NGUYỄN ĐÌNH HÒE - NGUYỄN THẾ THÔN

Địa chất
MÔI TRƯỜNG



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NGUYỄN ĐÌNH HOÈ – NGUYỄN THẾ THÔN

ĐỊA CHẤT MÔI TRƯỜNG

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI - 2001

Chịu trách nhiệm xuất bản:
Giám đốc NGUYỄN VĂN THỎA
Tổng biên tập NGUYỄN THIỆN GIÁP

Người nhận xét: PGS.TS NGUYỄN CHU HỒI
TS.NGUYỄN THẾ TIỆP

Biên tập: LƯƠNG LÃNG
Trình bày bìa: QUỐC THẮNG

ĐỊA CHẤT MÔI TRƯỜNG

Mã số : 01.71. ĐH 2001 - 345.
In 1600 cuốn, tại Nhà in Đại học Quốc gia Hà Nội
Số xuất bản: 94/345/CXB. Số trích ngang 188 KH/XB.
In xong và nộp lưu chiểu Quý III năm 2001

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Địa chất môi trường là khoa học nghiên cứu Môi trường Địa chất - đó là phần trên cùng của vỏ trái đất, nơi con người sinh sống và tiến hành các hoạt động phát triển. Do Môi trường Địa chất mang đậm ảnh hưởng của hoạt động nhân sinh, của xã hội, nên Địa chất Môi trường về thực chất là lĩnh vực khoa học liên ngành, trung gian giữa Địa chất học và khoa học Môi trường. Có thể nói, với mục đích nghiên cứu làm rõ thành phần vật chất, cấu trúc và động lực của môi trường địa chất, nhà nghiên cứu sẽ thiên về các phương pháp Địa chất học, thì với mục tiêu đánh giá và sử dụng bền vững môi trường địa chất, nhà nghiên cứu không thể coi nhẹ các phương pháp của khoa học Môi trường.

Môi trường Địa chất vừa có tính chống chịu (tức là khả năng mang tải các hành động phát triển khác nhau) vừa có tính nguy hiểm và bất trắc (tức là khả năng tai biến). Do đó mục tiêu của môn học Địa chất Môi trường là cung cấp các kiến thức và phương pháp đánh giá môi trường địa chất, cũng như giúp hoạch định các chính sách, chiến lược và kế hoạch sử dụng bền vững lãnh thổ, tài nguyên.

Địa chất Môi trường, do đó, có thể được coi là môn học cơ sở của khoa học Môi trường, đồng thời cũng có thể coi là bộ phận rất cần thiết của lĩnh vực Địa học ứng dụng trong chiến lược phát triển bền vững.

Trên thế giới, Địa chất Môi trường là lĩnh vực khoa học trẻ, chưa đầy ba chục năm lịch sử. Ở Việt Nam, Địa chất Môi trường mới được ứng dụng trong địa chất đô thị kể từ đầu thập kỷ 90. Môn học này mới được giảng dạy cho ngành Môi trường của Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Đại học Quốc gia Hà Nội từ năm 1993. Có thể nói, với Địa chất Môi trường, nhiều phát minh, cải tiến, hoàn thiện cả về lý thuyết lẫn ứng dụng sẽ còn nảy sinh trong tương lai; vì vậy hoài bão có một giáo trình hoàn thiện về Địa chất Môi trường cho bậc đại học là điều chưa thể có trong giai đoạn hiện nay.

Tuy nhiên, dù ở mức độ chưa hoàn chỉnh, các tác giả của giáo trình này tin rằng Địa chất Môi trường sẽ là một đáp ứng ban đầu cho nhu cầu bức xúc của sinh viên, giáo viên, các nhà nghiên cứu, các nhà quản lý, hoạch định môi trường và chính sách sử dụng bền vững lãnh thổ... Các tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của các nhà khoa học, sinh viên, các đọc giả xa gần quan tâm đến giáo trình này.

Phân công trách nhiệm của hai tác giả như sau:

- Nguyễn Đình Hoè biên soạn lần đầu toàn bộ giáo trình năm 1995 và tiến hành dạy thử nghiệm cho Khoa Môi trường.

- Nguyễn Thế Thôn, năm 1997 đã tiến hành sửa chữa, bổ sung thêm cho chương 1, chương 5 "Đánh giá Môi trường Địa chất". Sau đó Nguyễn Đình Hoè chịu trách nhiệm biên tập, rà xét, hiệu chỉnh và bổ sung lần cuối cùng toàn bộ giáo trình.

Giáo trình này được biên soạn với mục đích chính là phục vụ sinh viên khoa Môi trường liên tục suốt từ năm 1995 đến nay, do đó nội dung địa chất được giảm nhẹ, nhiều thuật ngữ địa chất được thay bằng các thuật ngữ phổ thông dễ hiểu. Đồng thời, các phần về ứng xử tai biến địa chất và quy hoạch sử dụng, đánh giá môi trường địa chất được tăng cường hơn. Với quan niệm địa chất cho rằng Địa chất Môi trường phải là một lĩnh vực của Địa chất học, chắc chắn sẽ thấy phần kiến thức Địa chất học trong giáo trình này còn đơn giản và thiếu nhiều vấn đề. Tuy nhiên, với các nhà khoa học Môi trường, việc trình bày kỹ hơn về địa chất học là điều không cần thiết trong khuôn khổ một giáo trình cơ sở của khoa học Môi trường.

Kinh phí biên soạn và in ấn giáo trình này do Trường Đại học Khoa học Tự nhiên cấp. Các tác giả cũng xin trân trọng cảm ơn GS.TS Nguyễn Cẩn và PGS.TS Nguyễn Chu Hồi đã đọc và đóng góp nhiều ý kiến quý báu, xin cảm ơn Ban Chủ nhiệm khoa Môi trường, Hội đồng khoa học khoa Môi trường Trường Đại học Khoa học Tự nhiên và các bạn đồng nghiệp đã động viên và chia sẻ những khó khăn trong quá trình biên soạn giáo trình này.

Thay mặt các tác giả

Nguyễn Đình Hòe

MỞ ĐẦU

KHÁI NIỆM VỀ MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT VÀ KHOA HỌC ĐỊA CHẤT MÔI TRƯỜNG NHIỆM VỤ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT MÔI TRƯỜNG

1. Môi trường địa chất là hợp phần quan trọng nhất của môi trường tự nhiên

Môi trường sống của con người bao gồm các thành tố tự nhiên, kinh tế xã hội và nhân văn, là hệ thống các yếu tố tự nhiên và nhân tạo quan hệ mật thiết với nhau, có tác động trực tiếp và qua lại với con người, ảnh hưởng tới đời sống, sản xuất, sinh tồn và phát triển của con người đang diễn ra trên bề mặt của trái đất. Phạm vi của sự tác động ấy chính là không gian lãnh thổ của bề mặt trái đất, nơi con người và các hệ sinh vật sinh sống nhờ vào hệ thống tự nhiên bao gồm các thành phần của môi trường tự nhiên như nền đá địa chất và địa hình (thạch quyển), đất (thổ quyển), sinh vật (sinh quyển), nước (thủy quyển), không khí (khí quyển) thuộc lớp vỏ địa lý.

Trong hệ thống môi trường tự nhiên ấy, nền đá cứng, địa hình và đất thuộc về môi trường địa chất, chiếm phần trên cùng của vỏ trái đất, có mối liên quan rất chặt chẽ với môi trường sinh vật, môi trường nước và môi trường không khí. Các thành tố môi trường tự nhiên ấy tác động qua lại lẫn nhau trong sự đa dạng thống nhất của các hệ sinh thái, trong đó có các hệ sinh thái nhân văn tồn tại và phát triển trên các không gian lãnh thổ khác nhau. Con người sống không thể thiếu nước, không khí và tài nguyên sinh vật, nhưng không thể tồn tại và phát triển nếu không có lãnh thổ. Không có lãnh thổ sẽ không có nơi ở và sẽ không có quốc gia. Môi trường địa chất chính là "nền rắn" của lãnh thổ tự nhiên (bao gồm đất liền và các vùng nội thủy, vùng lãnh hải rộng 12 hải lý, vùng đặc quyền kinh tế rộng 200 hải lý và thềm lục địa mà công ước luật biển 1982 của LHQ đã thông qua) - lãnh thổ môi trường sống của con người và thế giới sinh vật, trên đó con người thực thi các hoạt động phát triển, duy trì cuộc sống của mình và sự sống của các hệ sinh vật. Đó là hợp phần quan trọng nhất của môi trường tự nhiên. Nó quan trọng không chỉ là nền của lãnh thổ, mà còn có vai trò quan trọng trong sự hình thành và phát triển các thành tố môi trường tự nhiên khác.

Như chúng ta đã biết, nền rắn của lãnh thổ thuộc vỏ trái đất đã được xuất hiện từ khi trái đất còn hoang sơ, chưa có sự sống. Vỏ trái đất cổ nhất có tuổi 4,5 tỷ năm về trước. Lúc đấy khí của mây bụi vũ trụ được giữ lại ở trên bề mặt trái đất, chưa có oxy. Sau đó xuất hiện hơi nước và khí CO_2 được phun ra từ lòng đất qua hoạt động của núi lửa. Sự ngưng đọng nước và nước được tích đọng ở trong các địa hình

trũng đã làm nẩy sinh sự sống. Nhờ có nước và khí CO_2, oxy xuất hiện và hình thành khí quyển có oxy tự do. Từ đó vỏ địa lý và môi trường tự nhiên được thiết lập (khoảng 3 tỷ năm về trước). Trong quá trình tồn tại và phát triển của môi trường tự nhiên, môi trường địa chất luôn chi phối đến sự hình thành và phát triển các yếu tố môi trường khác. Địa hình và nền đất đã chi phối sự phát triển và phân bố các yếu tố khí hậu, thủy văn và sinh vật, và do đó, chi phối cả hoạt động của con người. Nghiên cứu môi trường địa chất là khâu căn bản, quan trọng nhất của việc nghiên cứu môi trường tự nhiên.

2. Khái niệm Môi trường địa chất (MTĐC)

Môi trường địa chất là phần trên cùng của vỏ trái đất, bao gồm cả thổ nhưỡng, nham thạch, khoáng sản, nước dưới đất (và nước mặt), nơi con người chiếm cứ để sinh sống và tiến hành các hoạt động phát triển, nơi trực tiếp chịu ảnh hưởng (tốt hoặc xấu) của các hoạt động này và ngược lại, cũng tác động trở lại với con người, chi phối, điều tiết một cách tự nhiên, tạo thuận lợi hoặc trở ngại cho cuộc sống và hoạt động của con người.

Như vậy môi trường địa chất chiếm phần không gian được giới hạn bên trên bởi bề mặt địa hình trái đất và giới hạn bên dưới xuống tới độ sâu trong thạch quyển nơi gây ảnh hưởng tới cuộc sống và hoạt động của con người, nơi chịu ảnh hưởng của sự tác động của con người và thế giới sinh vật, nơi không chỉ có các quá trình địa chất tự nhiên vận hành mà cả các quá trình địa chất nhân sinh nữa. Con người chiếm cứ, cư trú ở trên đó, xây dựng đường xá, cầu cống, hồ đập, xây

dựng nhà cửa, làng mạc, thành phố, nhà máy, hầm mỏ, khai thác nước và cày cấy tăng gia ở trên đó. Môi trường địa chất ở đây là môi trường sống, hoạt động của con người và sinh vật khác với "môi trường địa chất" của các thành tạo địa chất như môi trường tạo đá, môi trường tạo khoáng, môi trường trầm tích, môi trường biến chất ... mà các nhà địa chất hay nói đến.

3. Khoa học Địa chất môi trường (ĐCMT)

Như trên đã nói, môi trường địa chất là phần trên cùng của vỏ trái đất, nơi con người sử dụng lãnh thổ, nơi không chỉ có các quá trình địa chất tự nhiên vận hành mà cả quá trình địa chất do con người gây ra. Các quá trình địa chất tự nhiên xẩy ra đã tác động đến sự sống của con người, gây ra những hậu quả có hại hoặc có lợi đối với con người. Đối với những tác động xấu, con người né tránh, nhưng khi không thể né tránh được buộc phải phòng chống, chế ngự; đối với những tác động có lợi, con người khai thác, sử dụng. Quá trình địa chất do con người gây ra là sự khai thác lãnh thổ, khai thác đất đai và các tài nguyên, khoáng sản trong lòng đất, là sự xây dựng đường sá, các công trình thủy lợi, thủy điện, dân dụng, quốc phòng v.v... Quá trình này cũng gây ra những tác động có lợi và có hại cho môi trường sống ở con người. Ngày nay quá trình địa chất nhân sinh đã có quy mô rất lớn. Ngoài mặt có lợi, các tác động có hại ngày càng gia tăng đến mức hủy hoại môi trường sống của con người và thế giới sinh vật. Những tác động có lợi, có hại của các quá trình địa chất tự nhiên và địa chất nhân sinh đối với con người là những vấn đề của môi trường địa chất, và hiện nay chúng là

những vấn đề cấp bách mà con người không thể né tránh được, buộc phải điều tra khảo sát, nghiên cứu chúng để chế ngự, sử dụng tốt môi trường địa chất. Các vấn đề về môi trường địa chất đã được nghiên cứu trong cả hai quá trình địa chất tự nhiên và địa chất nhân sinh đã hình thành nên một lĩnh vực khoa học liên ngành mới, đó là *Địa chất môi trường*. Khoa học Địa chất môi trường ra đời chính là để nghiên cứu các vấn đề về môi trường địa chất.

Vì là một lĩnh vực khoa học mới, khá phức tạp, nên quan niệm về nó còn có sự khác nhau. Theo Robert I.Bates và Juilia A.Jackson (1987) "ĐCMT là sự áp dụng các nguyên lý và tri thức về địa chất và về các vấn đề phát sinh do sự chiếm cứ và khai thác môi trường tự nhiên của con người. Nó bao gồm các nghiên cứu về địa chất thủy văn, địa hình, địa chất công trình, địa chất kinh tế và các vấn đề có liên quan đến các quá trình, các nguồn tài nguyên của quả đất và những đặc tính kỹ thuật của các kỹ thuật trong lòng đất. Nó cũng bao gồm các vấn đề có liên quan đến việc xây dựng nhà ở, phương tiện giao thông xử lý an toàn chất thải rắn và lỏng, quản lý các nguồn nước, đánh giá và lập bản đồ nham thạch và khoáng sản, lập kế hoạch và triển khai sử dụng đất đai một cách hợp lý và có hiệu quả".

E.M. Sergeev (1986) có định nghĩa ĐCMT như sau: "Trong quá trình nghiên cứu MTĐC như là một hợp phần của môi trường xung quanh nhằm sử dụng nó như một trong những nguồn tài nguyên thiên nhiên lớn, một xu hướng mới trong địa chất học đang được hình thành, đó là ĐCMT. ĐCMT dựa trên kiến thức khoa học về các bộ môn địa chất khác nhau, trước hết là về địa chất cấu trúc, địa hóa, địa

chất công trình, địa chất thủy văn, địa chất băng học, địa vật lý, địa mạo, thổ nhưỡng học v.v... Nó không phải chỉ là sự hỗn hợp đơn thuần các khái niệm và phương pháp khoa học của những khoa học đó mà nó xem xét một cách thích đáng và tổng hợp có định hướng những qui luật đã biết ...".

Từ những định nghĩa trên có thể hiểu: ĐCMT là một ngành khoa học nghiên cứu môi trường địa chất dựa trên những hiểu biết thu nhận được từ các kết quả điều tra nghiên cứu địa chất về cấu tạo, kiến tạo, địa mạo, khoáng sản (rắn, lỏng, khí), địa chất thủy văn, địa chất công trình, địa hóa, địa vật lý, động đất, núi lửa ... có liên quan tới sự sống của con người; đánh giá toàn diện các mức độ tác động có lợi hoặc có hại của chúng đến cuộc sống của con người. ĐCMT cũng nghiên cứu các vấn đề môi trường địa chất do con người gây ra trong quá trình khai thác và sử dụng lãnh thổ. Từ các vấn đề nghiên cứu và đánh giá ấy, các nhà khoa học nghiên cứu về ĐCMT sẽ đề xuất những chủ trương và biện pháp quản lý, sử dụng tối ưu và bảo vệ có hiệu quả MTĐC nhằm bảo đảm cuộc sống an toàn và ngày càng tốt hơn cho con người.

Như vậy có thể nói ĐCMT là khoa học chiếm vị trí trung gian (liên ngành) giữa khoa học Địa chất và khoa học Môi trường. Việc nghiên cứu làm sáng tỏ thành phần, cấu trúc, động lực của môi trường địa chất đã vận dụng nhiều thành tựu và phương pháp nghiên cứu Địa chất học. Trong khi đó việc nghiên cứu sử dụng hợp lý lãnh thổ, quy hoạch môi trường địa chất, ứng xử tai biến, xác lập cơ sở luật pháp và kinh tế cho các chính sách sử dụng môi trường địa chất

bền vững, đánh giá khả năng tải của các phân vị môi trường địa chất... lại đòi hỏi các kiến thức và phương pháp của khoa học Môi trường. Tùy theo cách tiếp cận và mục tiêu nghiên cứu mà khối lượng kiến thức hoặc phương pháp nghiên cứu nặng về Địa chất học hơn hay nặng về khoa học Môi trường hơn sẽ được lựa chọn một cách hợp lý.

Khoa học ĐCMT có các nội dung nghiên cứu sau đây:

Trước hết nghiên cứu những đặc điểm của môi trường địa chất, trong đó có các vấn đề về trái đất, cấu trúc của môi trường địa chất; tiếp đến là nghiên cứu động lực phát triển của môi trường địa chất, trong đó có các vấn đề động lực nội sinh, động lực ngoại sinh, động lực nhân sinh; nghiên cứu tai biến môi trường địa chất (tai biến địa chất), trong đó có các vấn đề tai biến địa động lực, tai biến nhân sinh; nghiên cứu địa chất y học, trong đó có các vấn đề môi trường địa chất đối với sức khoẻ cộng đồng, tác động của một số nguyên tố, hợp chất tự nhiên và trường phóng xạ lên sức khoẻ con người, các nguồn ô nhiễm nhân tạo; nghiên cứu đánh giá môi trường địa chất, xây dựng các luận cứ khoa học cho quy hoạch môi trường địa chất, kiểm soát và quản lý môi trường địa chất.

Để thực hiện được các nội dung nghiên cứu kể trên, khoa học ĐCMT sử dụng một loạt phương pháp nghiên cứu sau đây:

- Các phương pháp nghiên cứu địa chất, trong đó có phương pháp khảo sát trực tiếp ngoài thực địa, mô tả vật chất cấu tạo nên phần ngoài cùng của vỏ trái đất thuộc không gian của môi trường địa chất. Sự khảo sát được tiến hành bằng sự đo vẽ, mô tả và lấy mẫu địa chất, lập các mặt

cắt địa chất ở các điểm lộ của vùng nghiên cứu. Ngoài khảo sát mô tả ở thực địa còn dựa vào dữ liệu từ các lỗ khoan để xác định được địa tầng và thành phần vật chất của đất đá. Trong một số trường hợp người ta xác định địa tầng, thành phần đất đá và các đới chứa nước ở dưới đất bằng các phương pháp địa vật lý như phương pháp đo điện, phương pháp đo trọng lực... Phương pháp đo điện là dựa vào các số đo điện trở suất khác nhau của các tầng, các khối đất đá kể cả đất đá có chứa nước để xác định địa tầng, thành phần vật chất của đất đá cũng như các đới chứa nước ở dưới đất. Phương pháp đo trọng lực là dựa vào các đại lượng trọng lực khác nhau để xác định các khối đất đá khác nhau có các dị thường trọng lực khác nhau, phản ảnh cấu tạo và thành phần vật chất của các khối đất đá.

Trong hệ phương pháp địa chất, để nghiên cứu trầm tích và kiến tạo, đặc biệt là kiến tạo hiện đại, người ta sử dụng một loạt phương pháp về phân tích thành phần khoáng vật, thạch học, về độ hạt, độ mài tròn, về chiều dầy trầm tích và tướng trầm tích, về mối liên quan giữa tướng và chiều dầy, về mối liên quan các địa tầng trẻ v.v... Các phương pháp này sẽ cho biết về nguồn trầm tích, về động lực trầm tích và điều kiện thành tạo trầm tích, về tốc độ trầm tích có liên quan đến quá trình trầm đọng hoặc sụt lún kiến tạo và về sự thay đổi của môi trường địa chất... Đối với phương pháp kiến tạo hiện đại, người ta sử dụng phương pháp quan trắc đo đạc các đứt gãy, khe nứt, xác định hướng dịch chuyển, tốc độ dịch chuyển ngang hoặc nâng cao, hạ lún mặt trượt kiến tạo, động đất. Khi sử dụng phương pháp này, người ta thường thành lập các trạm quan trắc như trạm đo dịch chuyển

ngang của các đứt gãy, khe nứt, trạm đo mức độ hạ lún của bề mặt trái đất do sự hạ lún của hoạt động kiến tạo hiện đại hoặc hạ lún do khai thác nước ngầm; trạm địa chấn đo các mức độ động đất.

- Các phương pháp địa mạo, đặc biệt là địa mạo động lực không thể thiếu. Địa mạo động lực nghiên cứu sự vận động vật chất trên bề mặt địa hình, làm biến đổi bề mặt địa hình, thành tạo địa hình do các nguồn năng lượng từ nhiệt năng mặt trời, do đặc điểm khí hậu và do các lực vũ trụ khác gây ra, kể cả trọng lực trái đất, tức là do hoạt động của các quá trình ngoại sinh gây nên trong đó có cả yếu tố con người. Phương pháp địa mạo động lực nghiên cứu quá trình phong hóa, bóc mòn do yếu tố hóa học và nhiệt độ, quá trình trọng lực, quá trình dòng chảy, quá trình phong thành, quá trình mài mòn và tích tụ biển trong sự thành tạo địa hình và nền vật chất bề mặt của nó thuộc môi trường địa chất.

- Phương pháp bản đồ cũng được sử dụng phổ biến. Trong nghiên cứu địa chất, địa lý, kể cả môi trường địa chất, không thể không dùng phương pháp bản đồ. Phương pháp bản đồ thể hiện các đặc điểm lãnh thổ của các môi trường thành phần và môi trường tổng hợp có nhiều thành phần, thể hiện qua các kết quả nghiên cứu và các thông tin về môi trường của lãnh thổ ở trên bản đồ.

- Viễn thám là phương pháp hiện đại trong nghiên cứu nhiều lĩnh vực thiên nhiên, giúp ích rất tốt cho nghiên cứu môi trường địa chất. Đây là phương pháp phân tích, giải đoán ảnh máy bay và ảnh vệ tinh bằng mắt và bằng số hóa. Đối với việc nghiên cứu địa chất, địa mạo, xử lý ảnh bằng

mắt cùng với trang thiết bị đơn giản là thích hợp. Dựa vào các dấu hiệu giải đoán như độ màu sắc sáng tối trên ảnh, kiến trúc ảnh, kiểu mẫu, hình dạng, kích thước, bóng hình trên ảnh mà những cái đó được thể hiện trên ảnh để xác định các yếu tố của môi trường địa chất như cấu trúc, thành phần vật chất đất đá và các quá trình địa chất, địa mạo động lực ở trong các vùng nghiên cứu.

- Phương pháp sinh địa hóa được sử dụng để nghiên cứu các quy luật phân bố và di chuyển các nguyên tố hóa học và các vi sinh vật ở trong môi trường địa chất. Đây là phương pháp quan trọng đối với nghiên cứu chất lượng của môi trường sống của con người và thế giới sinh vật.

- Phương pháp phân tích hệ thống, xử lý hệ thông tin địa lý ngày nay dùng rất có kết quả trong việc phân tích mọi thành phần tự nhiên và đánh giá tổng hợp lãnh thổ, nghiên cứu sự vận động, cán cân trao đổi vật chất và năng lượng của địa hệ thống thuộc môi trường địa chất nói riêng và lãnh thổ nói chung. Phương pháp này rất quan trọng cho quy hoạch và lập các mô hình kinh tế - môi trường.

- Phương pháp dịch tễ học, điều tra các dịch bệnh địa phương được áp dụng cho nghiên cứu địa chất y học, phát hiện những ổ dịch bệnh ở trong môi trường địa chất mà từ đó gây ra dịch bệnh cho con người và súc vật.

- Đánh giá tác động môi trường và đánh giá chất lượng hiện trạng môi trường là các phương pháp đặc thù của nghiên cứu môi trường tự nhiên nói chung và môi trường địa chất nói riêng. Đánh giá tác động môi trường là đánh giá các nhân tố môi trường trong phạm vi lãnh thổ chịu sự tác động

của hoạt động con người; xác định phân tích và dự báo những tác động có lợi có hại do các hoạt động đó gây ra với một loạt phương pháp liệt kê số liệu về thông số môi trường, danh mục các điều kiện môi trường, ma trận môi trường, chập (chồng ghép) bản đồ môi trường, sơ đồ mạng lưới, mô hình, phân tích lợi ích - chi phí mở rộng... Còn đánh giá chất lượng môi trường được dựa vào các tài liệu kiểm soát môi trường (quan trắc, đo đạc, thông tin) hoặc đánh giá nhanh hiện trạng môi trường có sự tham gia của cộng đồng. Kết quả đánh giá tác động môi trường và đánh giá chất lượng hiện trạng môi trường là các cơ sở để lập các luận chứng cho xử lý môi trường và quy hoạch môi trường.

- Liên quan đến quản lý và ứng xử tai biến địa chất, có các phương pháp đánh giá rủi ro, quy hoạch ứng xử tai biến, đánh giá chi phí môi trường, phương pháp lập bản đồ nhạy cảm tai biến và xác lập các quy định, luật lệ liên quan đến giảm thiểu thiệt hại do tai biến.

Qua các phương pháp đã trình bày ở trên, có thể thấy lĩnh vực khoa học địa chất môi trường rộng lớn phức tạp, đòi hỏi nhiều phương pháp nghiên cứu. Tuy nhiên, tùy nhiệm vụ mà nhà nghiên cứu chọn lọc các phương pháp thích hợp.

Địa chất môi trường là môn học có ý nghĩa to lớn đối với sự phát triển kinh tế xã hội ở nước ta và các nước trên thế giới. Sự tăng nhanh dân số, đô thị hóa, công nghiệp hóa và những hoạt động kinh tế - xã hội mạnh mẽ khác đã gây ra những hậu quả tiêu cực đối với môi trường, trước hết là nạn ô nhiễm môi trường, suy thoái môi trường, trong đó MTĐC cũng gánh chịu nặng nề. Ở nước ta hiện nay, thành phố Hà

Nội có độ nhiễm bẩn nitơ của nước dưới đất (Văn Điển, Gia Lâm...) vượt quá tiêu chuẩn cho phép tới hàng chục lần, lượng chất thải rắn hàng ngày lên tới hàng ngàn tấn nhưng mới có khả năng xử lý được 75%. Việc sử dụng rộng rãi các loại phân bón hóa học và thuốc trừ sâu, diệt cỏ trong nông nghiệp cũng là mối đe dọa đối với môi trường trên quy mô lớn. Chất độc hóa học do Mỹ gây ra trong chiến tranh ở Việt Nam với số lượng 72 triệu lít (hơn 91 triệu kg) trong đó có 61% là chất dioxin màu da cam rất độc hại và khó phân hủy, đã hủy hoại động thực vật và ngày nay vẫn ảnh hưởng rất nặng nề đến sức khoẻ con người (gây quái thai, dị dạng...).

Sự lạc hậu trong khai thác khoáng sản ở nước ta đã gây tổn thất lớn tài nguyên từ khâu thăm dò cho đến khai thác, chế biến (thiếc tổn thất 22-24%, cromít 46-48%, sắt 16-24%) và gây ra những hậu quả rất tiêu cực trong bảo vệ môi trường; địa hình, cảnh quan bị biến đổi theo chiều hướng xấu rất mãnh liệt. Những sự sụt lở, sập hầm lò khai thác đã gây thiệt hại cho sản xuất và làm chết nhiều người. Khai thác dầu khí cũng đã gây ô nhiễm môi trường biển. Khai thác nước ngầm được gia tăng nhanh chóng ở vùng đô thị và khu đông dân. Ở Hà Nội khai thác nước ngầm từ 164.000m^3/ngày năm 1954, đến năm 1985 đã tăng lên 260.000m^3/ngày và đã gây ra sự hạ lún mặt đất, mực nước lỗ khoan bị hạ thấp từ 4m đến 23m, lưu lượng nước giảm có khi công suất chỉ bằng1/2 hoặc1/3 công suất ban đầu.

Sự khai phá đất dốc để làm nông nghiệp, nhất là ở miền núi nạn chặt phá rừng làm nương rẫy vẫn xảy ra tràn lan, gây xói mòn đất đai, hủy diệt cây xanh, cảnh quan. Ở Trung Bộ đất bị xói mòn rửa trôi hàng năm lên tới 280tấn/ha

(so với ngưỡng xói mòn cho phép chỉ 18 tấn/ha). Đó là một tổn thất rất lớn đối với môi trường đất nói riêng và môi trường địa chất nói chung. Nguyên nhân đó còn gây hiện tượng sụt lở đất đá, ví như nạn sụt đất ở thị xã Sơn La tháng 10 năm 1991, nạn lở núi ở Trà Lĩnh tháng 7 năm 1992 gây chết hàng trăm người. Cũng do khai thác đất không hợp lý ở vùng ven biển nên có các vùng đất bị nhiễm mặn, nhiều nơi bờ biển bị xói lở nghiêm trọng như ở vùng Phan Rí Cửa, chỉ trong 5 năm (1984-1989) bờ biển đã bị xói sâu vào đất liền tới 1.000m. Nhiều nơi, các bờ sông lớn bị xói lở nghiêm trọng. Nạn bồi lắng lòng sông tăng lên, nhiều cảng bị bồi lấp, như cảng Hải Phòng trước kia tàu trên vạn tấn ra vào bình thường, nay lượng nạo vét tăng lên ba bốn lần mà tàu vạn tấn không vào được. Rồi hiện tượng nứt đất xảy ra phổ biến, động đất vẫn là nguy cơ tiềm ẩn ở nhiều nơi... Ở miền Trung thường xuất hiện nạn cát bay cát lấn, sa mạc hóa là nguy cơ có thể xảy ra ...

Tất cả những điều nghiêm trọng về môi trường địa chất ở nước ta kể trên rõ ràng rất cần được khắc phục, ngăn chặn hoặc cải thiện cho tốt hơn. Những biện pháp phù hợp trên cơ sở khoa học Địa chất môi trường sẽ góp phần khắc phục, ngăn chặn hoặc cải thiện các vấn đề vừa nêu. Điều đó nói lên ý nghĩa to lớn về mặt khoa học và thực tiễn của môn học Địa chất môi trường.

Chương I

NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CỦA MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT

I. TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT

Môi trường địa chất là phần trên cùng của vỏ quả đất, chịu ảnh hưởng của các hoạt động trong lòng đất, nên cần phải hiểu trái đất và lớp vỏ của nó.

1. Nguồn gốc trái đất

Nguồn gốc của trái đất và các hành tinh trong hệ mặt trời cho đến nay vẫn chỉ là giả thuyết, còn có nhiều vấn đề chưa giải thích được. Có nhiều giả thuyết của nhiều tác giả, đáng kể là: Căng (Kant, 1724-1804), Laplaxơ (Laplace, 1794-1824), Sambơclanh (Chamberlain, 1836-1914), Jinxơ (Gilxo, 1884-1978), Ôttô Xmit (Otto Smith, 1900-1960) và sau đó là Phêsencôv, Lêbêđinxki, Krat v.v. Ở đây không có điều kiện để nêu lên tất cả các giả thuyết đó; nhưng cần thiết phải nhắc lại giả thuyết đầu tiên của Căng. Ông đã cho rằng, mặt trời và các hành tinh trong hệ mặt trời lúc ban đầu được hình thành từ một đám mây bụi vũ trụ dày đặc, có thể là chất khí hoặc chất rắn, nguội lạnh. Do tác dụng của lực hấp dẫn vũ trụ chúng được liên kết lại với nhau, hình thành nên mặt trời ở trung tâm và các hành tinh chuyển động xung

quanh. Giả thuyết này còn nhiều điểm mơ hồ, nhưng đó là nền tảng cho các giả thuyết về sau. Theo Ôttô Xmit, đám mây bụi vũ trụ lúc đầu tồn tại ở ngoài mặt trời. Mặt trời đi qua đã cuốn hút đám mây bụi làm cho các hạt mây bụi chuyển động xung quanh mặt trời và liên kết lại với nhau thành các hành tinh chuyển động quanh mặt trời. Sự ngẫu nhiên của mặt trời đi vào đám mây bụi vũ trụ và nguồn gốc của mặt trời, giả thuyết này chưa làm sáng tỏ.

Học thuyết Ôttô Xmit ra đời vào năm 1950 tại Liên Xô cũ, nhưng sau đó 10 năm, Phêsencôv người Nga đã đưa ra luận thuyết: mặt trời và các hành tinh trong hệ mặt trời cùng được thành tạo từ đám tinh vân có nhiệt độ thấp. Cũng như Căng, ông cho mặt trời và các hành tinh của hệ mặt trời là cùng một tuổi. Ông viết: "Có thể đi tới kết luận: sự tạo thành các hành tinh là quá trình có quy luật nhất định. Quy luật đó là phổ biến trong tự nhiên. Các hành tinh được thành tạo từ những chất có liên quan với mặt trời nguyên thủy, không có sự tham gia bất cứ ngoại lực nào. Sự phát sinh của các hành tinh liên quan với quá trình thành tạo các vì sao và đó là một trong những khía cạnh của một quá trình chung tạo thành các vì sao". Luận thuyết của Phêsencôv ra đời đã hoàn thiện thêm học thuyết Ôttô Xmit và trong khi giả thuyết của Jinxơ vẫn đang được phổ biến ở các nước phương Tây. Giả thuyết của Jinxơ cho rằng: hệ mặt trời được hình thành là do kết quả của một ngôi sao khác đi qua rất gần mặt trời. Sự hấp dẫn của ngôi sao đó gây ra sự rối loạn lớn trong thế cân bằng của lớp bên trong của mặt trời và khiến cho mặt trời sinh bướu và sau đó phun ra một dòng vật chất bị đứt ra từng đoạn, tạo thành các hành tinh. Giả thuyết này không có cơ sở về sự tác động của một ngôi sao lạ.

Những kết quả của nghiên cứu thiên văn trong khoảng vài chục năm gần đây cho biết là: các hệ sao có các hành tinh, chúng quay xung quanh như hệ mặt Trời đã được cấu tạo từ một đám mây khí và bụi. Đám mây vừa quay vừa co dẹt lại vì sức hút, lực hấp dẫn của vật chất trong đám mây. Vật chất tập trung ở giữa tạo thành một tinh vân dày đặc và dẹt. Ở trung tâm tinh vân, nơi bị nén có mật độ cao nhất và như thế một ngôi sao nguyên thủy được hình thành. Vì mới ra đời, sao chưa nóng nên chỉ phát ra bức xạ ở miền hồng ngoại. Lúc đó sao phát ra một luồng gió gọi là "gió sao". Sao tiếp tục bị nén co lại và nóng dần, trở thành một sao sáng tỏ nhờ các phản ứng hạt nhân. Đó chính là mặt trời. Vật chất tinh vân ở phía ngoài tích tụ tạo thành một vòng đai và sau đó hình thành những hành tinh quay xung quanh ngôi sao mặt trời. Khí của hành tinh vân bị hút bởi lực hấp dẫn của những hành tinh lớn vừa được hình thành và tạo ra tầng khí bao bọc hành tinh. Vật chất còn lại bị gió sao thổi và tan ra dần. Dựa vào kết quả phân tích tuổi tuyệt đối của thiên thạch, mặt trời được thành tạo khoảng 5 tỷ năm về trước.

Hệ mặt trời có 9 hành tinh được thành tạo và quay trên những quỹ đạo hình elip xấp xỉ trên một mặt phẳng, trong đó có trái đất. Các hành tinh như Sao Thủy, Sao Kim, Trái đất và Sao Hoả theo thứ tự từ trong ra ngoài đã được thành tạo gần mặt trời nơi có nhiệt độ cao. Thành phần vật chất của bốn hành tinh này là đá và kim loại chịu được nóng, chúng có kích thước nhỏ, nhưng tỷ trọng lớn. Các hành tinh như Sao Mộc, Sao Thổ, Thiên Vương, Hải Vương và Diêm Vương được tạo ra ở vùng phía ngoài tinh vân cách xa mặt trời, nơi có nhiệt độ thấp; vật chất nguyên thủy ít bị phân dị,

nên chủ yếu là khí, chúng có khối lượng lớn, nhưng tỷ trọng nhỏ. Một số hành tinh có vệ tinh là: Trái đất, Sao Mộc, Sao Thổ, Thiên Vương và Hải vương.

Như vậy, trái đất cùng với các hành tinh khác được tạo thành cùng một lúc ở trong hệ mặt trời. Trái đất lúc đầu nguội, sau nóng dần lên nhờ sự di chuyển vật chất ở bên trong của hoạt động trọng lực và tăng nhiệt do quá trình phóng xạ của vật chất.

2. Cấu trúc trái đất

Nhờ các phương pháp địa vật lý mà đặc biệt là phương pháp địa chấn, người ta đã xác định được cấu trúc bên trong của trái đất. Các làn sóng địa chấn khi đi qua vật thể trái đất đã bị thay đổi tốc độ một cách rõ rệt và đột ngột ở một số độ sâu. Điều đó chứng tỏ có sự thay đổi tính chất của môi trường đất đá mà chúng đi qua. Dựa trên cơ sở này người ta đã phân chia cấu trúc bên trong của trái đất thành các bộ phận sau đây:

2.1. Vỏ trái đất

Lớp trên cùng là vỏ trái đất được gọi là lớp A, được phân định rõ rệt ở phía dưới bởi bề mặt Môkhôrôvich mà người ta biết được qua sự gãy khúc đầu tiên của tốc độ lan truyền sóng địa chất: trên bề mặt Môkhô tốc độ sóng dọc là 6,5km/s, trực tiếp dưới bề mặt đó, tốc độ vọt lên 8km/s. Phân loại trọng lượng của các nguyên tố hóa học quan trọng nhất trong số các nguyên tố hóa học cấu tạo nên vỏ trái đất (tính theo phần trăm) như sau: hydro - 45,99; silic - 26,47; nhôm - 8,61, sắt - 6,38; canxi - 4,76; manhê - 3,30; natri - 1,26; kali - 1,17

(Ermolacv, 1967). Vỏ trái đất còn được gọi là quyển Sial do chủ yếu gồm các nguyên tố silic và nhôm. Chiều dài của nó thay đổi từ 35 đến 80km.

2.2. Quyển Manti

Quyển Manti phân bố từ sát dưới bề mặt đáy vỏ trái đất đến độ sâu 2900km. Tỷ trọng vật chất tăng theo độ sâu từ 3,5 đến 5,7g/cm^2 (Bullen, 1961) và tốc độ sóng dọc lên tới 13,6km/s. Ở ranh giới phía dưới của bao Manti, nhiệt độ là 2000^0 - 2500^0, áp suất là 1,4 triệu atmotfe. Quyển Manti được cấu tạo bằng các đá siêu mafic như: gabro, pêriđôtit, đunit, pirôxenit. Quyển này nghèo silic, nhưng giàu sắt và manhê, vì thế có tên gọi là quyển Sima. Quyển Manti có cấu tạo ba lớp được gọi là lớp B, lớp C và lớp D. Lớp B tới độ sâu 400km, lớp C tới độ sâu 1.000km và lớp D tới độ sâu 2.900km. Hai lớp trên được thống nhất lại dưới một tên gọi chung là bao Manti trên, lớp D thuộc bao Manti dưới. Bao Manti trên không đồng nhất về mặt cấu tạo, vì vậy rất có thể nó là nơi bắt nguồn của các quá trình kiến tạo và macma. Cùng với vỏ trái đất nó tạo nên quyển kiến tạo. Mỗi lớp của quyển Manti có đặc điểm sau:

Lớp B là lớp vỏ mềm hay là "tâm địa chấn" đóng một vai trò đặc biệt quan trọng trong các quá trình kiến tạo và macma. Dưới các đại lục, tâm địa chấn nằm ở khoảng giữa các độ sâu 100-250km (độ dày của nó có thể tới 150km), dưới các đại dương nó ở khoảng giữa các độ sâu 50 - 400km (có độ dày tới 350km). Đây là lớp mà tốc độ của các làn sóng địa chấn bị giảm xuống, tỷ trọng vật chất giảm xuống. Lớp này bị nung nóng tới 1.200^0, tựa như thủy tinh nóng chảy, có

tính rất dẻo. Do phía trên nó là lớp đá rắn chắc hơn nên nó tỏ ra không bền vững về các mặt cơ học, cũng như hóa lý và trở thành lò phát sinh các vận động đi lên, đi xuống và đi ngang của vật chất. Người ta còn gọi lớp B là quyển mềm. Lớp C (hay lớp Gôlixưn) là lớp chuyển tiếp. Tỷ trọng ở đây tăng lên tỷ lệ với độ sâu, chắc có lẽ do sự gắn chặt của các phân tử, nhưng thành phần vật chất giống như lớp B.

Bao Manti dưới tức là lớp D có các tính chất của một thể rắn trong trạng thái kết tinh ổn định, đồng nhất về thành phần, chủ yếu là oxyt manhe, oxit silic và oxit sắt.

Đối với toàn bộ quyển Manti, sự phát triển của vỏ trái đất phụ thuộc vào các quá trình xảy ra trong bao Manti trên. Vận động của bao này đã hình thành các dòng đối lưu cùng các dòng ngang với vận tốc vài chục xentimét trong một năm và dẫn đến sự phân chia thạch quyển thành những mảng lớn. Sự di chuyển theo chiều ngang của các mảng đó dẫn đến sự trôi lục địa. Ở bao Manti trên cũng là nơi phát sinh các lò macma, núi lửa. Bao Manti còn tham gia vào quá trình hình thành khí quyển, thủy quyển của trái đất nhờ sự phun khí và nước của núi lửa.

2.3. Nhân trái đất

Một ranh giới rõ rệt có tốc độ sóng dọc hạ từ 13,6 xuống 8km/s tách biệt bao Manti với nhân trái đất. Nhân này phân chia thành nhân ngoài (từ 2900 đến 5100 km) và nhân trong (từ 5100 km đến tâm trái đất). Sự lan truyền của các làn sóng địa chấn ngang không đi qua được nhân ngoài hoặc là do nhân ngoài hấp thụ làn sóng ấy, hoặc chúng ở trạng thái lỏng. Còn nhân trong được giả thiết là rắn.

Áp suất trong tâm trái đất là 3,5 triệu atmotfe. Tỷ trọng của nhân trái đất ở khắp nơi lớn hơn 10g/cm^3 (ở trung tâm nhân trái đất tới 12,6 g/cm^3). Tỷ trọng cao ở đây gắn liền với áp suất lớn. Do tác động của áp suất lớn đó, nên quỹ đạo điện tử trong các nguyên tử ở đây lại sắp xếp lại; nghĩa là nguyên tử bị mất đi một số điện tử, thể tích vật chất giảm xuống ở trong trạng thái silicat bị "kim loại hóa" biểu hiện qua một loạt tính chất dẫn điện, từ tính ... của nó.

3. Những kiểu vỏ trái đất và sự liên quan của chúng đối với môi trường địa chất

Như đã nói ở trên, môi trường địa chất chiếm phần trên cùng của vỏ trái đất, nên ở đây cần làm rõ thêm một số tính chất của lớp vỏ trái đất mà đặc biệt là các kiểu vỏ của nó có liên quan tới môi trường địa chất.

Khái niệm "vỏ trái đất" và "thạch quyển" có khi bị coi là một, nhưng thực ra, khái niệm "thạch quyển" được mở rộng hơn nhiều. Vỏ trái đất được giới hạn ở trên bề mặt Môkhô, còn thạch quyển bao gồm vỏ trái đất và phần trên cùng của bao Manti sát dưới mặt Môkhô, có thành phần vật chất ở trạng thái rắn dòn chưa bị nóng chảy mềm. (Chiều dày của thạch quyển lên tới 100 km).

Như đã nói, vỏ trái đất là phần trên cùng của trái đất và cũng có cấu tạo phân lớp. Theo tài liệu địa chấn, vỏ trái đất được phân thành ba lớp: trầm tích, granit và bazan. Lớp trầm tích ở trên mặt thì đã rõ, còn lớp granit và bazan ở dưới sâu được gọi tên theo quy ước từ tài liệu địa vật lý, nghĩa là các lớp đó có đặc tính: của đá granit và đá bazan.

Dựa vào đặc tính cấu tạo và thành phần, người ta chia vỏ trái đất ra làm hai kiểu: vỏ lục địa gồm có cả ba lớp, vỏ đại dương chỉ có hai lớp. Vỏ lục địa phân bố chủ yếu ở các lục địa, vỏ đại dương phân bố chủ yếu ở đại dương và ở một số vị trí trên lục địa cổ do các hoạt động địa chất trong lịch sử tạo ra.

3.1. Vỏ lục địa

Vỏ lục địa có chiều dày thay đổi: Trong những vùng đồng bằng và cao nguyên chiều dày vỏ lục địa 30 - 40km. Trong những vùng núi, dày 50 - 60km. Ở vùng núi cao dày tới 70 - 80km. Vỏ lục địa có cả 3 lớp: trầm tích, granit và bazan. Chiều dày của mỗi lớp tùy thuộc điều kiện phát triển địa chất của vùng đó. Lớp trầm tích nằm ở trên cùng. Ở những vùng nâng cao thường lộ ra các khối macma hoặc biến chất (đá biến chất là từ đá trầm tích hay macma) và ở đó thường vắng mặt những lớp trầm tích. Trong những đồng bằng, chiều dày của lớp trầm tích đạt tới 15 - 18km. Lớp trầm tích được cấu tạo bởi các đá trầm tích như cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết, đá vôi, đá silic v.v...

Dưới lớp trầm tích là lớp granit, nó được cấu tạo bởi đá biến chất (chúng được biến chất từ các đá khác trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao) và đá granit được hình thành từ dung dịch macma silicat nóng chảy của các lò macma trong lòng đất xâm nhập ra. Các đá của lớp granit gồm: granit, gơnai, đá phiến kết tinh, quaczit, đá hoa ... Lớp granit không có chiều dày ổn định, thay đổi từ 10 km ở đồng bằng và đến 40 km ở dưới các thể núi.

Dưới lớp granit là lớp bazan, nó được cấu tạo bởi đá bazan và phần nào có cả đá biến chất màu đen chặt xít giàu

manhê và sắt. Lớp bazan phân bố ở khắp nơi, có độ sâu thay đổi. Mặt trên của nó có thể xuất hiện ở độ sâu 10km, mặt dưới có thể ở độ sâu đến 70-75km. Chiều dày của lớp bazan trong vỏ lục địa thay đổi từ 20 đến 40 km.

Vỏ lục địa phân bố ở lục địa và một số đảo ven rìa đại dương, ở những nơi đó vỏ trái đất có cả ba lớp trầm tích, granit và bazan. Như đã nói ở trên các lớp này phân bố ở độ sâu khác nhau. Ngoài lớp trầm tích thường lộ ra trên mặt, trong những vùng nâng cao, lớp granit cũng được lộ ra ở trên bề mặt lục địa do bóc mòn xâm thực, thậm chí ở một số nơi lớp bazan được lộ ra bởi các thể xâm nhập gabro hoặc phun trào núi lửa do hoạt động kiến tạo. Các hoạt động kiến tạo phức tạp cũng thường xảy ra ở đây. Như vậy, trên bề mặt lục địa và trên một số đảo có các đá thuộc cả ba lớp trầm tích, granit hoặc bazan. Các đá của vỏ lục địa là nền rắn lãnh thổ của môi trường địa chất, nơi mà con người tồn tại và phát triển. Môi trường địa chất được hình thành trên nền rắn, được cấu tạo bởi các đá đó. Đó chính là sự liên quan đặc biệt của môi trường địa chất với vỏ lục địa.

3.2. Vỏ đại dương

Vỏ đại dương phân bố trong phạm vi của các đáy đại dương và cấu tạo bởi hai lớp trầm tích và bazan. Ở đây lớp granit hoàn toàn vắng mặt. Lớp trầm tích phân bố hầu như khắp nơi trong đáy các đại dương, ngoại trừ trong những đới riftơ tách dãn của các dãy núi ngầm giữa đại dương. Chiều dày của các lớp trầm tích mỏng, thay đổi từ vài chục mét đến xấp xỉ ngàn mét, nó vắng mặt ở những nơi các dãy núi ngầm giữa đại dương. Lớp bazan phân bố khắp nơi ở dưới đáy đại dương, thường bị lớp trầm tích phủ lên. Do lớp trầm tích

không dày nên chiều dày của vỏ đại dương chủ yếu là chiều dày của lớp bazan. Trên các đại dương chiều dày vỏ đại dương tương tự nhau. thường từ 5 đến 10km, ở những chỗ nổi cao của đáy, có thể tới 15 - 18km. Lớp trầm tích chủ yếu có tuổi trẻ. Lớp bazan gồm đá bazan ở trên và đá gabro ở dưới.

Con người sống ở lục địa và trên các đảo, không sống trực tiếp trên bề mặt vỏ đại dương, nên không có mối liên quan trực tiếp với môi trường địa chất như ở vỏ lục địa. Tuy thế, các quá trình địa chất ở vỏ đại dương như hoạt động của động đất, núi lửa... cũng ảnh hưởng đến đời sống con người, ví dụ động đất gây sóng thần chẳng hạn ... Ngày nay con người càng tiến ra biển, khoáng sản biển trong lớp vỏ đại dương và trong nước biển sẽ được khai thác nhiều và lúc đó môi trường địa chất trên đáy đại dương càng có vai trò quan trọng.

Ngoài các lớp vỏ lục địa và vỏ đại dương đã được mô tả, còn có vỏ chuyển tiếp. Đó là vỏ trái đất ở thềm lục địa, tương tự như vỏ lục địa, nhưng lớp bazan mỏng hoặc vắng mặt, hoặc vỏ chuyển tiếp ở vòng cung đảo, ở đây trên lớp bazan, có các đá trung tính như andezit hoặc andezit-bazan, tuf xanh lục ... Lớp trầm tích ở hai bên vòng cung đảo thường có nguồn gốc núi lửa và lục địa.

Thềm lục địa được khai thác nhiều về dầu khí. Hoạt động khoan dầu khí tác động lên môi trường địa chất ở đây. Phần lớn vòng cung đảo hiện nay đang bị hoạt động kiến tạo chi phối mạnh mẽ. Động đất mạnh và hoạt động núi lửa xảy ra thường xuyên. Ở vùng cung đảo, môi trường địa chất ở đây thường bị động đất và núi lửa chi phối mạnh mẽ. Ví dụ động

đất và núi lửa ở Nhật Bản, Philippin... vấn đề môi trường địa chất tại đây rất nan giải, con người phải mất nhiều công sức và tiền của để chế ngự...

II. CẤU TRÚC CỦA MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT

Như trên đã nói, phần trên cùng của vỏ trái đất được cấu tạo bởi nhiều loại đất đá khác nhau và tạo nên môi trường địa chất. Xét trong phạm vi không gian lãnh thổ của phần trên cùng ấy, thì hệ thống môi trường địa chất có cấu trúc thẳng đứng và cấu trúc ngang.

1. Cấu trúc thẳng đứng của môi trường địa chất

Theo chiều sâu của vỏ trái đất, môi trường địa chất xuống đến độ sâu nơi gây ảnh hưởng cho con người và chịu ảnh hưởng hoạt động của con người và sự sống ở trong vỏ trái đất. Theo chiều sâu ấy ta thấy có các lớp, các tầng đất đá khác nhau. Từ dưới lên trên theo chiều thẳng đứng, thường có các lớp đá gốc, sau đó là đá gốc bị phong hóa, hay còn được gọi là vỏ phong hóa; cùng với phong hóa có các lớp trầm tích Đệ Tứ và trên cùng là lớp thổ nhưỡng. Các lớp đất đá ấy tạo nên cấu trúc thẳng đứng của môi trường địa chất. Những lớp đá gốc gọi là móng đá cứng. Những sản phẩm của vỏ phong hóa đất và trầm tích Đệ Tứ được gọi là nền đất đá bở rời. Chúng là các thành phần vật chất của môi trường địa chất.

1.1. Móng đá cứng macma

Đá macma là loại đá được thành tạo do quá trình ngưng kết của các silicát nóng chảy chứa chất bốc (gọi là macma), xảy ra trong lòng hay trên bề mặt trái đất từ các lò

macma ở dưới sâu. Tùy theo điều kiện ngưng kết mà người ta chia đá macma thành hai loại:

- Đá xâm nhập được thành tạo do macma kết tinh ở dưới sâu. Đá có cấu tạo khối, kiến trúc hạt tinh thể.

- Đá phun trào (hay đá núi lửa) thành tạo do đông nguội dung nham núi lửa trên mặt đất hay trong các thủy vực ở dưới nước. Đá phun trào thường có cấu tạo phân lớp hoặc vô định hình, kiến trúc thủy tinh, vi tinh hoặc hạt nhỏ không đều.

Trung gian giữa hai loại trên là các đá á phun trào, đá xâm nhập nông. Loại á phun trào cũng giống như đá phun trào nhưng thành phần hạt nhỏ được tăng cường lên trong nền vi tinh của dung nham, được đông nguội chậm khi không được phun trào lên một cách nhanh chóng. Loại xâm nhập nông được thành tạo ở dưới đất, nông ở gần mặt đất, ngưng kết trong điều kiện nhiệt độ và áp suất giảm, nhưng chưa phun trào lên được, thường có kiến trúc hạt nhỏ của các tinh thể khoáng vật nhỏ.

Theo thành phần hóa học người ta phân chia đá macma thành hai loại: đá kiềm vôi và đá kiềm. Đá kiềm vôi có CaO, Na_2O, K_2O nhiều hơn Al_2O_3. Đá kiềm rất giàu Al_2O_3, không có hoặc ít CaO.

Phổ biến nhất và thông dụng nhất là cách phân loại đá macma theo hàm lượng SiO_2, được phân loại như sau:

- Nhóm đá siêu axit: Lượng SiO_2 chiếm trên 75%. Loại này thường gặp hơn cả là đá xâm nhập, có đặc điểm là đá màu trắng, ví dụ, đá alatskit. Khoáng vật ở trong đá gồm:

fenspat, thạch anh, plagiocla axit, không có khoáng vật màu. Đá này hiếm thấy.

- Nhóm đá axit: Lượng SiO_2 chiếm 64-75%. Chúng có đặc điểm sáng màu, thành phần giống với đá siêu axit, chủ yếu là fenspat, thạch anh, ngoài ra còn có mica và hocblen. Lượng khoáng vật màu chứa trong đó ít, chưa tới 10%.

Đá xâm nhập của nhóm này có tên gọi là granit. Tùy theo lượng khoáng vật màu ở trong đó và màu của fenspat mà đá có màu sáng khác nhau. Đá granit thường gặp khá phổ biến, là thành phần chính của lớp granit của vỏ trái đất ở lục địa (vỏ lục địa).

Đá phun trào của nhóm này có tên gọi là riolit (còn gọi là liparit) cũng có thành phần như đá granit, cũng là sản phẩm của dung dịch silicat nóng chảy của lò macma ở dưới sâu, nhưng được phun trào lên mặt đất và được đông nguội lại, có kiến trúc ẩn tinh, màu xám sáng, màu hồng. Ngoài riolit, trong đá axit còn có pocfia thạch anh là đá phun trào có thành phần giống granit nhưng bên trong có những hạt tinh thể thạch anh, fenspat nổi rõ trên nền vi tinh.

- Nhóm đá trung tính: Lượng SiO_2 chiếm 52-65%. Dựa vào thành phần khoáng vật người ta lại chia ra hai nhóm nhỏ: nhóm diorit và nhóm xienit.

Nhóm nhỏ diorit có khoáng vật chính là plagiocla và hocblen, khoáng vật phụ là fenspat kali, thạch anh, mica và piroxen. Đá xâm nhập của nhóm nhỏ này là đá diorit. Đá phun trào của nó là andezit và pocfirit. Diorit có màu xám sáng hoặc xám phớt xanh. Kiến trúc hạt nhỏ, ngoài thành phần chính của nhóm, thành phần khoáng vật phụ gồm có

biotit, thạch anh và piroxen ... Anđezit có màu xám tối hoặc màu đen. Theo màu sắc có khi khó phân biệt nó với đá bazan. Sở dĩ andezit có màu tối vì có khoáng vật màu ogit, biotit và hocnblen. Còn pocfirit cũng là đá phun trào trung tính nhưng trong nền vi tinh có những hạt ban tinh palagioclaz nổi rõ.

Nhóm nhỏ xienit có các khoáng vật chính là plagioclaz, fenspat kali và hocblen, khoáng vật phụ là mica, piroxen, thạch anh. Trong nhóm nhỏ xienit có đá xâm nhập là xienit với kiến trúc hạt lớn, hạt trung bình và hạt nhỏ, sáng màu như granit được phân biệt với granit bởi thạch anh ít hơn. Đá phun trào của nhóm xienit là trachit có màu sáng, xám phớt vàng, màu hồng, kiến trúc ẩ tinh. Ngoài ra còn có octofia cũng là đá phun trào của nhóm này nhưng khoáng vật octoclaz được nổi rõ trên nền ẩn tinh.

- Nhóm đá bazơ (mafic): Lượng SiO_2 chiếm 40-50%. Phổ biến ở đáy đại dương, trong các thể xâm nhập và phun trào lên bề mặt trái đất. Đặc điểm chung của đá nhóm này là sẫm mầu. Thành phần khoáng vật chính là plagioclaz bazơ, piroxen, khoáng vật phụ là olivin, hocblen và biotit.

Đá xâm nhập của nhóm này có tên là gabro. Đá có kiến trúc hạt lớn hoặc là trung bình, có mầu xám tối hoặc xám xanh. Các khoáng vật phụ thường là olivin, biotit, không có thạch anh.

Đá phun trào của nhóm này phổ biến là bazan. Màu xám tối hoặc đen, kiến trúc ẩn tinh, thỉnh thoảng có kiến trúc thủy tinh hoặc pocfia. Cấu tạo khối đá bazan cổ có màu xanh nằm trong thể đaicơ (thể tường), thể vỉa được gọi là diabaz.

- Nhóm đá siêu bazơ (siêu mafic): Lượng SiO_2 nhỏ hơn 40% hiếm thấy, ít phổ biến. Thành phần ưu thế là piroxen và olivin. Olivin cũng như piroxen có thể chiếm tới 100% của tất cả khối đá. Khoáng vật phụ là plagioclaz và hocblen. Phổ biến nhất ở trong vỏ trái đất của nhóm đá này là các đá xâm nhập dunit, peridotit. Rất hiếm gặp đá phun trào, nếu có thì đó là kimbeclit. Dunit có thành phần chủ yếu là olivin, lẫn ít cromit và manhetit. Peridotit có thành phần chủ yếu là olivin lẫn piroxen. Các đá này có màu lục, lục sẫm hoặc tối đen.

1.2. Móng đá cứng trầm tích

Các đá trầm tích được thành tạo do gắn kết các vật liệu đã được trầm đọng trên lục địa hoặc ở đáy các thủy vực (như sông, hồ, biển, đại dương). Các vật liệu này có nguồn gốc khác nhau được phá hủy từ các đá khác nhau và trầm đọng tạo đá trong những điều kiện khác nhau. Đó là sản phẩm của sự phá hủy cơ học, hóa học hay sinh học của các đá có từ trước, là sản phẩm ngưng tụ từ dung dịch hoặc là xác động thực vật được lôi cuốn, vận chuyển nhờ nước, gió và tích tụ lại ở những nơi có điều kiện thuận lợi. Nhờ quá trình tạo đá lâu dài do sức nén của trọng lực hoặc các lực kiến tạo mà các vật liệu lúc đầu bở rời dần dần gắn kết lại với nhau, các vật liệu nhỏ làm xi măng cho các vật liệu lớn, gắn kết lại thành đá. Các vật liệu được thành tạo và trầm tích chính ở trong biển khi tạo đá được gọi là đá trầm tích biển. Các vật liệu trầm tích được lắng đọng ở biển nhưng có nguồn gốc mang từ lục địa ra, gọi là đá trầm tích lục nguyên. Các trầm tích thành tạo ở lục địa (dưới nước cũng như trên cạn) được gọi là đá trầm tích lục địa.

Đá trầm tích phần lớn có đặc điểm: phân lớp, vì đa số chúng được thành tạo ở dưới nước. Có thể kể ra đây một số

đá trầm tích chủ yếu, căn bản nhất theo sự phân chia thành bốn nhóm lớn.

1.2.1. Đá trầm tích cơ học còn gọi là đá trầm tích vụn

- Tảng kết: các tảng có kích thước trên 100mm, không phân biệt tròn cạnh hay sắc cạnh. Trong điều kiện được gắn kết để tạo đá tảng kết phải có các hạt vụn có kích thước nhỏ hơn như dăm cuội, sạn và đặc biệt cát, sét làm xi măng để gắn kết các tảng lại với nhau.

- Dăm kết và cuội kết: Hạt vụn có kích thước từ 100mm đến 10mm. Nếu hạt vụn sắc cạnh là đá dăm kết. Nếu hạt vụn tròn cạnh thì có đá cuội kết. Trong trường hợp có cả hạt dăm, hạt cuội thì có đá dăm - cuội kết. Các hạt dăm được vỡ từ đá có trước bởi phong hóa vật lý hoặc do nứt nẻ cà nát kiến tạo. Các hạt cuội được mài tròn do sự vận chuyển trong nước. điều kiện để tạo được dăm kết, cuội kết là phải có thành phần hạt nhỏ hơn như cát, sét xen giữa các hạt dăm, cuội, làm xi măng gắn kết các loạt dăm cuội lại với nhau.

- Sạn kết, sỏi kết: Hạt vụn có kích thước từ 10mm đến 1mm. Hạt sắc cạnh cho đá sạn kết (dăm kết hạt nhỏ), hạt tròn cạnh cho đá sỏi kết. Giữa các hạt có cát, sét làm xi măng gắn kết chúng lại với nhau.

- Cát kết: Hạt vụn có kích thước từ 1mm đến 0,1mm. Được chia ra cát kết hạt lớn (hạt thô - kích thước hạt 1mm - 0,5mm), cát kết hạt trung bình (0,5 -0,25mm); cát kết hạt mịn (0,25-0,1mm). Cát kết được gọi tên theo thành phần khoáng vật của các hạt. Ví dụ, cát kết thạch anh, cát kết gloconit v.v....màu cát kết phụ thuộc vào màu của khoáng

vật hoặc lớp màng nhuộm các khoáng vật. Trong quá trình tạo đá các hạt cát được gắn kết với nhau nhờ các hạt sét, xi măng oxit sắt hoặc oxit silic...

- Bột kết: Hạt vụn có kích thước 0,1mm - 0,01mm. Các hạt gắn kết lại với nhau trong quá trình tạo đá, bị phân phiến do quá trình nén ép kiến tạo.

- Sét kết: Hạt có kích thước nhỏ hơn 0,01mm. Các hạt được gắn kết lại với nhau trong quá trình tạo đá và bị phân phiến do quá trình nén ép kiến tạo. Trong trường hợp bị phân phiến, gọi là đá phiến sét. Đá phiến sét là đá bị nén chặt, có kiến trúc phân phiến, khi đập ra, đá bị vỡ theo các phiến khác nhau. Cần phân biệt phân phiến khác phân lớp: Phân lớp là do trầm tích, các lớp được gắn kết với nhau, còn phân phiến là do lực ép tạo thành các phiến khác nhau. Đá có thể vừa phân lớp, vừa phân phiến.

1.2.2. Đá trầm tích hữu cơ

Đá trầm tích hữu cơ là đá trầm tích mà toàn bộ hay phần lớn vật trầm tích là sản phẩm sinh vật. Đá trầm tích hữu cơ phổ biến nhất là đá vôi sinh vật, đá sét vôi, đá silic sinh vật, than nâu, than đá...

- Đá vôi hữu cơ: Thành tạo ở biển, tích đọng từ các vỏ nguyên vẹn hoặc các mảnh vỏ vôi của động vật biển, các ám tiêu San hô cấu tạo từ $CaCO_3$, chúng bị nén chặt lại, bị gắn kết lại với nhau và trở thành đá vôi. Trong sự tham gia thành tạo một số đá vôi có cả tảo vôi.

Tùy theo di tích động vật biển tạo nên đá vôi mà đá vôi hữu cơ được gọi tên theo di tích động vật đó như: đá vôi vỏ sò, đá vôi trùng thoi, đá vôi san hô...

- Đá phấn: được thành tạo ở trong biển, gồm vỏ vôi của một số loài nguyên sinh động vật bé nhỏ. Vỏ các động vật đó tích tụ lại đáy biển. nén chặt, gắn kết tạo thành đá phấn ($CaCO_3$).

- Đá sét vôi (còn gọi là đá macnơ): Đây là trầm tích hỗn hợp giữa sét và vôi. Nếu thành phần vôi nhiều hơn thì gọi là đá vôi sét.

- Đá điatomit và tripolit: điatomit cấu tạo từ silic sinh vật. Đá gồm những vụn rất nhỏ của tảo diatome gắn chặt với nhau, thành tạo ở biển hoặc ở hồ. Tripoli thành tạo từ bùn trùng tia (Radiolaria) bị nén chặt và tạo thành tripolit.

- Than nâu: Là xác thực vật (lá, cành, thân, rễ) được tích đọng lại, bị chôn vùi và bị yếm khí tạo thành, than nâu có ngọn lửa dài nên còn gọi là than lửa dài.

- Than đá không khói (hay antraxit): Thành tạo từ xác thực vật được tích đọng lại bị chôn vùi và tạo đá bởi quá trình nén ép lâu dài. Ngoài than đá, còn có đá phiến cháy, là loại đá phiến được thành tạo từ sét và bùn hữu cơ.

1.2.3. Đá trầm tích hóa học

Đá trầm tích hóa học được thành tạo bằng con đường kết tủa, ngưng tụ từ các dung dịch thật hay dung dịch keo trong nước. Trong quá trình thành tạo của chúng thường có sự tham gia của sinh vật. Các sản phẩm kết tủa, ngưng tụ tích đọng thành lớp, bị chôn vùi và tạo đá. Đá trầm tích hóa học thực sự là các muối khoáng được phân loại theo thành phần khoáng vật của chúng.

- Đá vôi trứng cá: Gồm những hạt hình cầu (trứng cá) có nhiều vỏ đồng tâm, trông bề ngoài giống như một khối hạt

trứng cá, nguồn gốc thành tạo ở đáy biển, hoặc đáy hồ. Hạt có kích thước lớn hơn gọi là đá hạt đậu. Các hạt này đều là hạt $CaCO_3$. Chúng được tích đọng bị ép chặt và thành tạo đá vôi.

- Tuf vôi: được ngưng đọng ở trong lòng suối, trong các dòng chảy bề mặt và trong hang động đá vôi, được kết tủa $CaCO_3$ từ nước hoà tan nhiều $CaCO_3$.

- Dolomit: Cấu tạo từ cacbonat canxi và cacbonat manhê [$CaMg(CO_3)_2$], ở đáy biển, lúc đầu là bùn keo, sau được ép chặt, tạo thành đá.

- Tuf Silic: Đá gồm một khoáng chất SiO_2nH_2O (opan). Về bề ngoài tuf silic giống tuf vôi, nhưng khác ở chỗ không sủi bọt với HCl loãng và có độ cứng lớn. Nó được thành tạo do sự lắng đọng silic tại cửa các suối nước nóng chứa silic hoà tan. Đá còn có tên gọi là geizerit.

- Phosforit: Đây là loại đá cát kết hoặc sét kết chứa P_2O_5. Phosforit nằm trong đá trầm tích dưới dạng kết hạch hoặc là chất xi măng trong đá. Người ta chia ra phosforit sét, phosforit cát và phosforit gloconit. Phosforit được thành tạo ở biển có cấu tạo lớp, dạng vỉa, thành tạo ở trong hang động núi đá vôi có khi có lớp, có khi dạng ổ, hay thấu kính. Nguồn gốc phosforit ở biển là hợp chất phosfo và axit phosforic từ phosfo trong cơ thể sinh vật nổi và phù du của biển chìm xuống, được phân giải hoà tan ở dạng dung dịch tại đới sâu có áp lực cao của biển. Khi dung dịch bão hoà, nếu dòng biển ở đới sâu di chuyển lên miền nước cạn, áp lực giảm, các phosfat và hợp chất canxi lắng xuống ở dạng rắn tạo nên phosfat canxi. Chúng thành lớp và bị chôn vùi, nén ép, tạo đá.

- Bauxit: Cấu tạo từ $Al(OH)_3$, có lẫn ôxit sắt nâu ($Fe_2O_3nH_2O$), ôxit sắt đỏ (Fe_2O_3), sét, các chất cacbonat,

opan, oxyt mangan và khoáng vật khác. Kiến trúc dạng đất hoặc trứng cá, hoặc phân lớp. Về màu sắc, cấu tạo có thể dễ nhầm bauxit với quặng sắt nâu và sét, nhưng khác với sắt nâu bởi nó nhẹ hơn, khác với sét là không tạo ra dẻo dính đối với nước, sờ xát mạnh không bẩn tay.

Bauxit được thành tạo trên bề mặt lục địa, đáy hồ và biển ven bờ. Trong miền khí hậu nóng ẩm ở vùng nhiệt đới, các đá có chứa fenspat và những alumosilicat khác khi chịu tác dụng phong hóa hóa học tạo ra các hidrat oxit nhôm và oxit sắt. Các dung dịch giàu hydrat oxyt nhôm (có lẫn oxyt sắt) khi không ngưng tụ được ở trên cạn, được đưa xuống đáy hồ hoặc biển ven bờ bị ngưng đọng cũng thành tạo các vỉa, lớp bauxit sau khi đã được tạo đá.

- Muối mỏ (NaCl): được thành tạo trong điều kiện khí hậu khô nóng ở vùng có hồ, hoặc đầm phá nước mặn đã tạo thành biển chết. Nước mặn ở đó bị bốc hơi, tạo muối, bị chôn vùi trong điều kiện khí hậu khô hạn và tạo đá.

1.2.4. Đá trầm tích hỗn hợp

Là những đá được cấu tạo một phần từ vật liệu vụn (cơ học), một phần từ vật liệu hữu cơ, hoặc vật liệu vụn với vật liệu hóa học, hữu cơ với hóa học v.v.. Nói một cách khác đó là các đá có hai nguồn gốc trở lên. Tên gọi của các đá là sự ghép nối các nguồn gốc lại với nhau như đá vụn - hữu cơ, đá hữu cơ - hóa học...

1.3.Móng đá cứng biến chất

Các đá biến chất thuộc lớp granit của vỏ lục địa, được lộ ra do kết quả xâm thực bóc mòn. Các đá biến chất này thành tạo từ đá trầm tích hoặc đá macma có trước. Quá trình biến chất đã làm cho các đá này bị biến đổi rất sâu sắc, không

những biến đổi thành phần khoáng vật mà còn biến đổi cả thành phần hóa học và cả về kiến trúc, cấu tạo. Trong điều kiện nhiệt độ cao, áp suất lớn từ khắp mọi phía ở dưới lòng đất, các đá có trước bị biến chất hoàn toàn. Áp suất lớn do các lực nén ép mạnh ở dưới sâu do nhiều tầng đá phía trên ép xuống, và căn bản là do các lực nén ép kiến tạo theo những hướng nhất định gây nên, nhiệt độ cao được gây ra bởi nơi có áp suất lớn, đồng thời nhiệt độ cao có được từ các lò macma ở dưới sâu.

Đá biến chất khác biệt với đá macma và trầm tích bởi thành phần khoáng vật cũng như bởi kiến trúc và cấu tạo của nó. Các khoáng vật tạo đá biến chất là: thạch anh, anbit, các plagioclaz, phenpat kali, mica trắng, mica đen, hocblen, piroxen, manhetit, hematit, canxit. Những khoáng vật này đã thấy ở trong đá macma và trầm tích (canxit). Riêng các khoáng vật sau đây chỉ có trong đá biến chất: xerixit, tan, xecpentin, granat, than chì, epidot, clorit ...

Đá biến chất có kiến trúc kết tinh, kiến trúc hạt, kiến trúc hình lá, hình vảy, hình phiến. Đá biến chất còn có đá biến chất yếu (kiến trúc ẩn tinh) hoặc là đá biến chất chuyển tiếp do còn các đá nguyên sinh chưa bị biến chất kết tinh.

Đá biến chất có cấu tạo phân phiến dạng gơnai, dạng dải, dạng sợi, dạng mắt, dạng khối, dạng vi uốn nếp ...

Thuộc về đá biến chất có các loại đá như sau:

- Đá philit: Đá có kiến trúc toàn tinh hạt nhỏ phân phiến, màu xám hơi lục, đen, ánh tơ, gồm những tinh thể rất nhỏ mica, thạch anh, fenspat.

- Đá phiến mica: Đá gồm có mica hoặc mica và thạch anh. Đá phiến mica trắng cấu tạo bởi mica trắng, đá phiến mica đen cấu tạo bởi mica đen, mặt nhẵn, trơn...

- Đá phiến tan: khoáng vật chính là tan, màu xám hoặc phớt xanh, sờ mát mịn.

- Đá phiến clorit: cấu tạo phân phiến, gồm có khoáng vật chính là clorit lẫn thạch anh hoặc clorit, canxit. Đá có màu lục nhạt. Đá phiến clorit thường xen với đá philit.

- Đá gơnai: đá rắn và cấu tạo phân phiến hoặc dạng dải. Về thành phần khoáng vật và màu sắc thì gơnai giống granit nhưng khác với granit về kiến trúc và cấu tạo. Kiến trúc của granit là kiến trúc hạt tinh thể, còn kiến trúc của gơnai là kiến trúc kết tinh, phân phiến, dạng dải, dạng mắt ... Đá gơnai thành tạo từ đá trầm tích gọi là paragơnai, từ đá macma được gọi là octogơnai.

- Đá hoa: Là sản phẩm kết tinh của đá vôi và các đá trầm tích giàu canxit. Có kiến trúc toàn tinh. Khoáng vật chính là canxit hay dolomit. Màu không ổn định với nhiều màu đẹp.

- Đá quaczit thành tạo biến chất từ cát kết thạch anh, gồm những hạt tinh thể thạch anh kết tinh bị ép chặt, gắn kết lại. Đá có kiến trúc toàn tinh hạt nhỏ, có màu sắc khác nhau do lẫn tạp chất. Đá có độ cứng cao.

- Đá xecpentinit (hay đá da rắn): Là một loại đá biến chất có cấu tạo đặc sít (cấu tạo khối), khoáng vật chính là xecpentin. Độ cứng trung bình. Trong đá thường có mạch mỏng atbet, manhetit.

- Ngoài các đá biến chất vừa kể ở trên còn có các đá biến chất khác như đá sừng, đá biến chất trao đổi. Đá sừng được tạo thành do nhiệt độ từ các khối xâm nhập macma xuyên lên nung nóng làm cho đá vây quanh bị biến chất thành đá sừng. Đá biến chất trao đổi được thành tạo bởi sự

trao đổi các vật chất của macma với đá vây quanh như đá scanơ và greizen.

Tất cả các móng đá cứng vừa được giới thiệu ở trên nằm ở các độ sâu khác nhau. Có khi lộ ra trên mặt đất, có khi móng này nằm dưới một móng khác như trường hợp móng đá biến chất nằm dưới móng đá trầm tích chẳng hạn và nói chung các móng đá cứng thường được nằm dưới nền đất đá bở rời của vỏ phong hóa hoặc trầm tích Đệ Tứ.

1.4. Nền đất đá bở rời

Nền đất đá bở rời là phần trên cùng trong trình tự phân tầng cấu trúc thẳng đứng môi trường địa chất. Đó là các đá đã bị bở rời do quá trình phong hóa, là các sản phẩm phong hóa được di chuyển hoặc tụ lại, là đất và các trầm tích Đệ Tứ chưa được gắn kết của quá trình tạo đá, đang ở trong tình trạng bở rời. Đó là phần nền trực tiếp nhất của môi trường địa chất đối với con người và thế giới sinh vật.

1.4.1. Nền sản phẩm phong hóa và đất

Các đá thuộc các móng cứng ở phần trên cùng của vỏ trái đất trong phạm vi môi trường địa chất sớm muộn cũng sẽ bị phá hủy cơ học, hóa học hay sinh học do tác dụng của khí quyển, thủy quyển, sinh quyển. Quá trình phá hủy như thế có tên là quá trình phong hóa nằm ngay tại chỗ hoặc di chuyển chút ít khi các đá cứng vẫn tiếp tục bị phá hủy nhưng chưa biến thành vật trầm tích. Quá trình phá hủy này đã tạo ra một lớp sản phẩm bề mặt có tên là vỏ phong hóa. Đây là nền sản phẩm phong hóa của môi trường địa chất.

Quá trình phong hóa xảy ra bởi tác dụng vật lý, hóa học:

- Tác dụng phong hóa vật lý gồm có tác dụng nhiệt và cơ học. Khi nhiệt độ thay đổi các khoáng vật ở trong đá bị dãn nở ra hoặc co lại. Vì nhiệt thâm nhập vào đá chậm, nên khi nhiệt độ tăng các phần bên ngoài của đá dãn nở ra nhanh hơn so với các phần bên trong; khi nhiệt độ giảm phần bên ngoài của đá co rút lại nhanh hơn phần bên trong. Sự dãn nở và co rút không đều đó đã gây ra hiện tượng nứt nẻ của đá và sự "tróc vẩy" của đá, tạo ra các sản phẩm vụn thô phong hóa từ móng đá cứng.

Tác dụng phong hóa cơ học xẩy ra do sự đóng băng của nước trong các kẽ nứt, thể tích của băng tăng lên tiếp tục làm nứt nẻ các đá. Các cây có rễ ăn sâu vào các kẽ nứt trong đá, sự lớn lên của rễ cây như những cái nêm chẻ đá nứt nẻ thêm.

- Tác dụng phong hóa hóa học: Tác dụng phong hóa vật lý và hóa học luôn đi kèm với nhau. Đá càng vỡ vụn ra nhiều, bề mặt tiếp xúc với các tác nhân bên ngoài càng lớn thì tác dụng phong hóa hóa học xẩy ra càng mạnh. Phong hóa hóa học là tác dụng phối hợp của các yếu tố hoạt động của khí quyển, thủy quyển và sinh quyển. Oxy, nước, khí CO_2, các axit hữu cơ là những yếu tố hóa học hoạt động nhất.

Tác dụng phong hóa hóa học được chia làm bốn loại: oxit hóa, hydrat hóa, hoà tan, thủy phân. Sự oxit hóa xẩy ra đối với khoáng vật và đá ở môi trường thiên nhiên khi có oxy tự do ở trong nước. Sự hydrat hóa là hiện tượng khoáng vật và đá hút nước. Sự hoà tan và thủy phân xẩy ra do tác dụng chung của nước và axit cacbonic trên đá. Sinh vật sống và bám vào kẽ nứt, lỗ hổng của đá tiết ra axit cacbonic góp phần tác dụng thủy phân phong hóa các đá.

Tùy thuộc vào tính chất của đá cứng, địa hình, khí hậu, thủy văn, thực vật và các tác dụng phong hóa vật lý, hóa học mà vỏ phong hóa có chiều dày khác nhau từ 1-2m đến hàng trăm mét và tạo ra các đới phong hóa theo các giai đoạn phong hóa khác nhau. Mặt cắt vỏ phong hóa từ dưới lên gồm có các đới:

1. Đới phong hóa vỡ vụn: Nằm trực tiếp trên nền đá gốc chưa bị phong hóa. Đá bị nứt nẻ, vỡ vụn nhưng chưa có thay đổi nhiều về thành phần khoáng vật và thành phần hóa học. Tác dụng phong hóa vật lý đã xẩy ra ở đới này.

2. Đới sialit vôi: Nằm cao hơn đới vỡ vụn. Trong đới này bắt đầu có sự phong hóa hóa học. Các khoáng vật Alumosilicat (có Al_2O_3, và SiO_2) bắt đầu bị phân hủy làm cho các cation bị lôi đi. Kim loại kiềm và kiềm thổ bị hoà tan làm môi trường có phản ứng kiềm. Khoáng vật mới được thành tạo đáng chú ý nhất là khoáng vật sét thuộc loại montmorilonit và hydromica (sét trương nở). Muối $CaCO_3$ hình thành do khí CO_2 tác dụng với Ca đã giải phóng ra khỏi đá gốc, tạo ra loại tàn tích giàu vôi. Loại tàn tích này hay gặp ở miền khí hậu lục địa khô, ở nơi lộ ra các đá macma và biến chất.

3. Đới sialit chua: Các cation tiếp tục bị rửa lũa, một phần SiO_2 cũng bị hoà tan làm cho môi trường có phản ứng chua. Khoáng vật sét chuyển thành loại sét không trương nở (caolinit), không gặp $CaCO_3$.

4. Đới alit: Các khoáng vật sét tiếp tục bị phá hủy, cuối cùng dẫn đến sự thành tạo các khoáng vật bền vững trong điều kiện phong hóa như hydroxit sắt, nhôm, oxit silic. Tùy điều kiện địa hình, nước ngầm và khí hậu mà đới alit trở nên giàu hydroxit nhôm (quặng bôxit), giàu hydroxit sắt (quặng

sắt), hay giàu hỗn hợp cả hai loại, tạo ra đá ong (còn có tên là laterit).

Quá trình hình thành đất thổ nhưỡng còn cần có thêm sự tham gia của sản phẩm mùn thực vật, tạo ra tầng mùn cây, nằm trên cùng của phẫu diện. Người ta gọi lớp giàu mùn cây là tầng A, ba đới phong hóa phía trên là tầng B, đới đá gốc vỡ vụn dưới cùng là tầng C. Sự suy thoái đất làm phá hủy và cuốn trôi tầng A chỉ còn tầng B nghèo dinh dưỡng, cây cối không phát triển được, tạo điều kiện cho đá ong phát triển. Vỏ phong hóa phát triển đến đới 3 và có thể dừng ở đó do điều kiện địa hình và khí hậu thích hợp (khí hậu nóng, ấm, ẩm) được gọi là vỏ phong hóa caolin. Vỏ phong hóa phát triển sang đới 4 (địa hình bằng phẳng, khí hậu xen kẽ mùa mưa và mùa khô, nóng) được gọi là vỏ phong hóa feralit, có màu vàng đỏ, hay có đá ong.

Tóm lại, nền sản phẩm phong hóa của môi trường địa chất có các sản phẩm là các mảnh vụn cứng, các mảnh vụn mềm, vụn bở rời và đất. Các mảnh vụn cứng vỡ ra từ đá cứng của móng cứng. Trong các mảnh vụn cứng có khi là đá gốc vẫn còn tươi chưa bị biến đổi. Các mảnh vụn mềm là sản phẩm tiếp theo của quá trình phong hóa từ các mảnh vụn cứng, kích thước hạt nhỏ hơn và tính chất của đá gốc bị biến đổi. Các vụn nhỏ bở rời thường là vụn tơi, có khi dính kết hoặc thỉnh thoảng được gắn kết trở lại ở trên mặt đất, có tính chất hoàn toàn khác với đá gốc của móng cứng. Thành phần hạt của vụn nhỏ bở rời là cát, sét, hydroxit sắt, hydroxit nhôm, oxit silic ... Vụn nhỏ bở rời cùng với mùn sinh vật tạo ra tầng thổ nhưỡng (đất) rất có ý nghĩa trong sự phát triển hệ sinh thái đất và hệ sinh thái nông nghiệp.

1.4.2. Nền trầm tích Đệ Tứ

Các trầm tích Đệ Tứ nhìn chung còn ở trạng thái bở rời chưa được gắn kết bởi quá trình tạo đá. Đây là nền bở rời rất quan trọng của môi trường địa chất bởi vì sự hoạt động của con người đặc biệt là hoạt động nông nghiệp, công nghiệp giao thông vận tải ở trên nền bở rời này.

Trầm tích Đệ Tứ được phân loại theo kích thước hạt cũng giống như sự phân loại đá trầm tích. Sự phân loại đó được thể hiện theo bảng dưới đây:

Kích thước hạt (mm)	***Tên của trầm tích Đệ Tứ***	***Tên đá trầm tích đã được gắn kết***
1000	Đá khối	Khối tảng kết
1000 - 500	Tảng lớn	Tảng kết lớn
500 - 250	Tảng trung bình	Tảng kết trung bình
250 - 100	Tảng nhỏ	Tảng kết nhỏ
100 - 50	Cuội lớn	Cuội kết hạt lớn
50 - 25	Cuội trung bình	Cuội kết hạt trung bình
25 - 10	Cuội nhỏ	Cuội kết hạt nhỏ
10 - 5	Sỏi lớn	Sỏi kết hạt thô (lớn)
5 - 2	Sỏi trung bình	Sỏi kết hạt trung bình
2 - 1	Sỏi nhỏ	Sỏi kết hạt nhỏ
1 - 0,5	Cát lớn	Cát kết hạt lớn
0,5 - 0,25	Cát trung bình	Cát kết hạt trungbình
0,25 - 0,1	Cát nhỏ	Cát kết hạt nhỏ
0,1 - 0,05	Bột hạt lớn	Bột kết hạt lớn
0,05 - 0,025	Bột hạt trung bình	Bột kết hạt trung bình
0,025 - 0,01	Bột hạt nhỏ (hạt mịn)	Bột kết hạt nhỏ (hạt mịn)
< 0,01	Sét	Đá sét hoặc sét kết

Sự phân loại trầm tích Đệ Tứ không chỉ dựa vào kích thước hạt mà con phải dựa vào nguồn gốc trầm tích của chúng. Sự phân loại đó như sau:

a. Trầm tích trên đất dốc: deluvi và proluvi

- Sườn tích (deluvi): gồm sản phẩm vỏ phong hóa bị cuốn trôi xuống sườn và chân sườn nhờ nước chảy tràn trên mặt và nhờ trọng lực. Thành phần, kích cỡ thường hỗn tạp (dăm tảng, cát , sét...) sau đó chúng có thể bị phong hóa tiếp.

- Tích tụ vật rơi (coluvi): các đống tích đọng ở chân vách dốc do lăn, do rơi, do trượt lở.

- Lũ tích (proluvi) chủ yếu là vụn thô được các dòng nước tạm thời trong mùa mưa cuốn trôi, sau đó tích tụ lại ở cửa khe xói tạo thành nón phóng vật (proluvi-fan). Các nón phóng vật có thể liên kết với nhau ở chân núi tạo thành vạt gấu núi.

b. Trầm tích sông - suối (aluvi)

Aluvi là sản phẩm trầm tích do dòng chảy thường xuyên (sông, suối) vận chuyển và trầm đọng lại ở những vị trí thích hợp. Các sông trẻ và suối hoạt động đào sâu và vận chuyển vật liệu là chính. Trầm tích được tích tụ ở những bãi bồi tạm thời hoặc lòng sông, chủ yếu hạt thô (tảng, cuội, sỏi, cát), nhiều thành phần và đa dạng kích cỡ (còn gọi là độ bào tròn và chọn lọc kém).

Đoạn trung lưu của sông chảy ở miền trung du, có nhiều bãi bồi ở hai bên dòng chảy, thành phần aluvi đã mịn hơn: cuội, sạn sỏi cát, bột, sét. Ở đây có thể đã xuất hiện thềm sông với các bậc thềm khác nhau, ổn định và bảo tồn các vạt phù sa sông.

Đoạn hạ lưu chảy trong vùng đồng bằng, sông bắt đầu xâm thực ngang, uốn khúc mạnh. Các sông phân nhiều nhánh. Các bãi bồi chủ yếu là bùn bột. Trong các hồ móng ngựa (di tích các đoạn sông cũ) có thể gặp sét và than bùn. Các di tích thềm sông có thể còn tồn tại.

c. Trầm tích đầm, hồ

Phần ven bờ hồ, do ảnh hưởng của sóng có thể gặp trầm tích vụn như cát sỏi hoặc bột. Ở giữa hồ thường là loại trầm tích mịn hạt như bột, sét, có thể xuất hiện trầm tích hóa học và trầm tích sinh vật (ví dụ bùn vôi vỏ sinh vật).

Đầm lầy được đặc trưng bằng thực vật phát triển, nên hay có các lớp than bùn xen kẽ với trầm tích sét bột ít nhiều đều chứa các hợp chất hữu cơ.

d. Trầm tích sông biển hỗn hợp

Đây là trầm tích hỗn hợp hình thành ở vùng cửa sông. Hoàn cảnh động lực gồm có sự tham gia của dòng chảy sông, sóng và thủy triều. Tương quan của sông, sóng và thủy triều nhiều trường hợp không ngang bằng. Nếu quá trình sông thắng thì sẽ xuất hiện các trầm tích cửa sông dạng châu thổ (delta), ngày càng lấn ra biển. Nếu thủy triều thắng thế sẽ xuất hiện trầm tích cửa sông hình phễu (estuary). Nếu sóng thắng thế sẽ hình thành các trầm tích vũng.

+ Trầm tích châu thổ (delta) chủ yếu là bột sét pha cát, môi trường oxy hóa chủ yếu, nước ngầm dần dần bị ngọt hóa. Có các lớp than bùn.

+ Trầm tích estuary chủ yếu là bột sét pha cát, xen kẽ các lớp than bùn giàu sunfua (Fe_2S_2) và lưu huỳnh. Môi

trường khử. Vùng estuary ngoài cửa sông còn có các dạng bãi triều:

Bãi triều cao tính từ mực triều cao nhất đến mực nước biển trung bình, thành phần trầm tích chủ yếu là cát, bùn sét. Nếu thực vật ngập mặn phát triển gọi là bãi triều lầy.

Bãi triều thấp tính từ mực nước biển trung bình đến mực triều thấp nhất. Không có thực vật ngập mặn, thành phần trầm tích chủ yếu là cát, sét.

+ Vùng được thành tạo bởi hoạt động của sóng thắng thế nên thành phần trầm tích chủ yếu là cát (gần bờ) và bùn cát (xa bờ), có thể có các vụn vỡ của xương hay vỏ động vật (san hô, nhuyễn thể).

e. Trầm tích vùng đầm phá (lagoon)

Lagoon (vụng) là thủy vực nửa kín được ngăn cách với biển bằng các doi cát. Lagoon có thể có sông chảy vào hoặc hoàn toàn là nước mặn. Trầm tích chủ yếu là bùn sét, giàu vật chất hữu cơ, môi trường từ trung tính đến khử, quần thể sinh vật nước phong phú. Những Lagoon nước mặn có thể tích tụ thạch cao hoặc muối.

g. Trầm tích bờ biển cát

Bờ biển cát gồm chủ yếu là cát (có nơi gặp cả cuội, tảng), gồm trầm tích bãi biển (giữa hai mức thủy triều), trầm tích đỉnh bãi (chỉ bị sóng tác động khi bão trùng với triều cường), các doi cát ngầm, các cồn cát hỗn hợp biển gió (gió vun cát vốn nguồn gốc biển thành đụn cao, từ đó không chịu ảnh hưởng của biển nữa).

Bờ biển cát chủ yếu chịu ảnh hưởng của động lực sóng và gió.

h. Trầm tích biển

Ở đây gặp cả ba loại trầm tích: trầm tích vụn được tải từ lục địa ra có tên là trầm tích lục nguyên (cát, bột, sét), trầm tích hóa học (vôi, muối, phosforit) và trầm tích sinh vật (vôi san hô, vôi vỏ nhuyễn thể...). Đặc trưng chung của chúng là phân lớp mỏng và nằm ngang.

i. Trầm tích phong thành (trầm tích gió)

Đây là trầm tích được thành tạo do gió. Bờ biển cát lúc thủy triều xuống cát bị khô đi, rời và nhẹ hơn, gió biển thổi vào lục địa cuốn cát khô này lên bờ tạo nên cồn cát. Cồn nọ là nơi để cồn kia dựa vào mà hình thành tiếp. Lúc triều lên, trầm tích cát bổ sung cho bờ, lúc triều rút cát lại được thổi lên bờ, cứ thế các cồn cát hình thành liên tiếp song song với nhau lấn dần vào lục địa gây lên nhiều tác hại cho môi trường sống của con người.

Trầm tích phong thành chủ yếu là cát hạt mịn.

Các trầm tích gió cũng xuất hiện ở lân cận các vùng sa mạc rộng lớn.

1.4.3. Nước dưới đất (NDĐ)

Nước dưới đất không phải là một tầng riêng biệt của cấu trúc thẳng đứng môi trường địa chất, nó có mặt ngay trong móng đá cứng, trong nền phong hóa và trong nền trầm tích Đệ tứ. Có thể coi đây là một thành phần đặc biệt, cùng có không gian và cùng tồn tại ngay trong các thành phần cấu trúc thẳng đứng khác của môi trường địa chất.

Nước dưới đất là thành phần quan trọng của MTĐC. Đặc điểm quan trọng là thường có tổng lượng khoáng hóa cao, nhiều trường hợp nước dưới đất đồng thời là nước nóng, nước khoáng. Nước dưới đất rất quan trọng cho đời sống con người, nó được khai thác để cung cấp cho thành phố và những vùng đông dân cư.

a. Phân loại NDĐ theo nguồn gốc

- Nước ngấm thấu: Nước mưa, nước từ băng tuyết tan, nước mặt ngấm xuống.

- Nước ngưng tụ: Hơi nước trong lớp không khí gần mặt đất hoặc trong các lỗ hổng đất đá có thể ngưng tụ thành giọt.

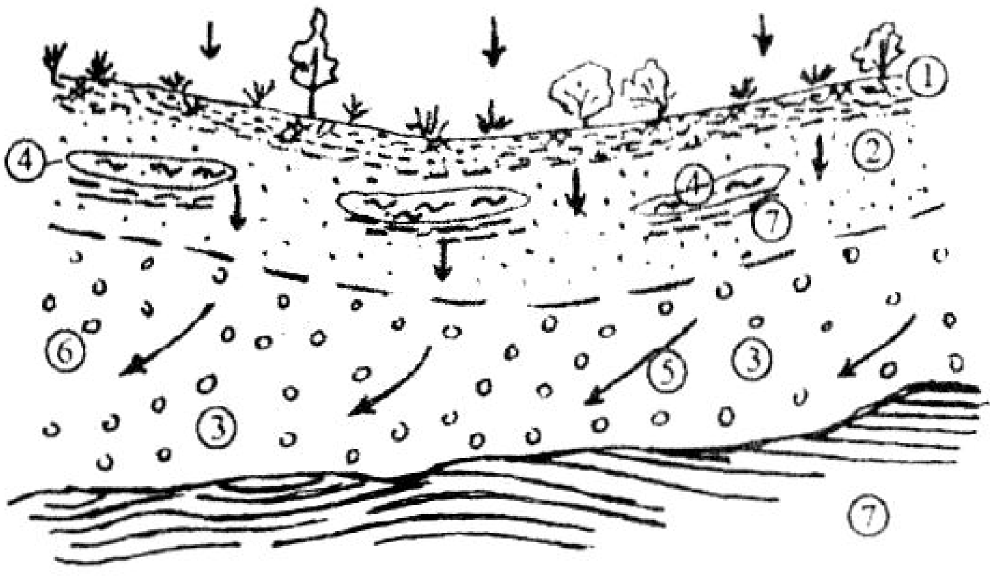
- Nước sót: Nước nằm trong trầm tích sông, hồ, biển, khi các trầm tích bị gắn kết thành đá, vẫn còn dư lại.

- Nước nguyên sinh: Nước trong các dung thể macma, khi macma kết tinh thành đá, hơi nước bị ngưng tụ lại. Loại này thường là nước khoáng nóng.

b. Phân loại nước dưới đất theo dạng nằm (hình1)

- Nước thổ nhưỡng: Là loại nước nằm trên mặt hay trong các hang hốc của lớp thổ nhưỡng (tầng A và B). Nước thổ nhưỡng chịu ảnh hưởng mạnh của giao động khí hậu theo mùa và hay bị nhiễm bẩn. Ở các vùng khô hạn, nước thổ nhưỡng bị bốc hơi mạnh, trở nên có lượng khoáng hóa cao.

- Nước tầng trên: Là nước nằm trong đới thông khí được một lớp hay thấu kính trầm tích không thấm giữ lại.



Hình 1. Sơ đồ dạng nằm của các loại nước dưới đất

1. Nước thổ nhưỡng, 2. đới thông khí có các trầm tích bở rời, 3. tầng chứa nước ngầm, 4. thấu kính nước tầng trên, 5. hướng di chuyển của nước thấm và nước ngầm, 6. lớp chứa nước (cát, cuội, sỏi...), 7. lớp cách nước (sét, bột mịn...).

- Nước ngầm: Nước khí quyển thấm sâu xuống đất cho đến khi gặp một lớp đất đá không thấm giữ lại, trở thành nước ngầm. Nước ngầm nằm trong các lỗ hổng của trầm tích hay đá trầm tích vụn thô (cuội kết, cát kết...) hoặc trong hang hốc karst, chúng di chuyển tự do dưới tác dụng của trọng lực. Mực phía trên của tầng nước ngầm nhìn chung uốn lượn theo địa hình, được gọi là gương nước ngầm. Ở những vùng lầy thụt, gương nước ngầm nằm sát mặt đất, thậm chí ngang với mực nước của đầm. Ở những vùng khô hạn, gương nước ngầm nằm rất sâu, có khi hàng mấy chục mét. Nước ngầm là đối tượng khai thác quan trọng vì chúng có thể tự chảy trong tầng chứa nước (nhiều lỗ hổng lớn). Cũng có tầng chứa nước nhưng nước không chảy được vì kích thước lỗ hổng quá bé (bột, cát mịn xen sét), lực hấp dẫn giữa

nước và hạt đất quá lớn, ta gọi các tầng chứa nước này là tầng ngậm nước.

Những chỗ địa hình cắt vào gương nước ngầm, nước chảy thoát ra thành các nguồn. Nước không có áp lực tạo ra nguồn đi xuống. Nước có áp lực tạo ra nguồn đi lên. Nhiều tầng nước ngầm là loại nước có áp lực mạnh, khi xuất lộ tạo ra các nguồn phun. Sự thành tạo nước ngầm áp lực liên quan với cấu trúc địa chất (tầng chứa nước dạng vỉa nằm ngang hay uốn cong dạng lòng chảo, vùng cung cấp nước ngầm cao hơn vùng lộ nước ngầm). Có thể chia nước ngầm thành hai loại:

+ Nước ngầm lỗ hổng, nằm trong lỗ hổng của đất đá có tính thấm cao. Loại nước ngầm này tạo thành tầng liên tục, chúng có thể tiếp xúc trực tiếp với đới thông khí và có vùng cung cấp trùng với diện phân bố của nước ngầm. Chúng cũng có thể nằm trong một vỉa đất đá có tính thấm và bị kẹp giữa hai vỉa không thấm nằm phía trên và phía dưới. Loại nước ngầm gian vỉa này có vùng phân bố không trùng với vùng cung cấp, vùng cung cấp của loại này xuất hiện ở chỗ vỉa chứa nước tiếp xúc với đới thông khí.

+ Nước ngầm khe nứt. Các đá có tính thấm kém (sét, bột mịn) hoặc không thấm (đá macma, đá vôi không karst, đá phun trào dạng khối) thường bị nứt nẻ và gãy vỡ. Những khe nứt và đứt gãy trở nên có tính thấm cao và chứa nước khe nứt. Loại nước này không có dạng tầng, dạng vỉa, mà tùy thuộc vào hình dạng các đới phá hủy.

Chú ý:

- Nước ngầm không đồng nghĩa với nước dưới đất, mà chỉ là bộ phận nước dưới đất có khả năng tự chảy theo trọng lực và vì thế có thể khai thác nhờ bơm hút.

- Nước thổ nhưỡng cực kỳ quan trọng đối với đời sống thực vật và động vật hoang dã.

- Nước ngầm khi đã bị ô nhiễm thì rất khó tự làm sạch vì không có động thực vật trong nước và không tiếp xúc với ánh nắng mặt trời.

c. Thành phần hóa học của nước dưới đất

- Nước nhạt (nước ngọt) có lượng muối hoà tan (tổng lượng khoáng hóa) dưới 1g/l.

- Nước khoáng hóa ít: 1 - 10g/l

- Nước khoáng hóa trung bình: 10 - 50g/l

- Nước khoáng hóa cao: > 50g/l

Chỉ các loại nước khoáng hóa dùng để uống, chữa bệnh, hay bồi bổ sức khoẻ mới được gọi là nước khoáng. Nước khoáng hóa thường hoà tan nhiều chất khí và các hợp chất của kim loại hiếm, tuy nhiên, loại khoáng hoà tan phổ biến nhất là SO_4^{-2}, Cl^-, HCO_3^-, làm cho chúng mang tên là nước sulfat, nước clo, nước bicacbonat.

Nước khoáng có thể lạnh ($t^0 < 20^0C$), ấm (20^0C - 37^0C), nóng (37^0C - 42^0C), rất nóng (> 42^0C), có nhiều loại nước nóng trên 100^0C.

Như vậy các móng đá cứng và nền đất đá bở rời của cấu trúc thẳng đứng môi trường địa chất đã được làm sáng tỏ. Không phải ở nơi nào cũng đều có đầy đủ thành phần của cấu trúc thẳng đứng ấy. Có nơi theo chiều thẳng đứng có cả móng đá cứng, nền sản phẩm phong hóa và nền trầm tích Đệ tứ, có nơi chỉ có một hoặc một số hai thành phần. Cũng có những nơi giàu nước dưới đất, nhưng có nơi không có hoặc có

không đáng kể. Nghiên cứu cấu trúc thẳng đứng sẽ cho chúng ta hiểu được các thành phần môi trường địa chất của một lãnh thổ nhất định.

1.5. Sự liên quan của móng và nền môi trường địa chất với các thành phần môi trường tự nhiên khác

Như trên đã nói, vỏ phong hóa được hình thành do tác động của khí hậu đặc biệt là nhiệt, ẩm lên đá gốc. Nhiệt gây nên phong hóa vật lý, ẩm gây nên phong hóa hóa học. Nước mưa và tuyết tan từ các đỉnh núi cao, gây nên dòng chảy thủy văn bề mặt, đồng thời cung cấp cho nước ngầm ở dưới đất, nước ngầm lại cung cấp, điều tiết nước cho dòng chảy sông suối. Điều khá quan trọng là sự tác động của khí hậu và sinh vật lên nền phong hóa tạo ra lớp thổ nhưỡng trên cùng. Khí hậu tạo điều kiện cho vi sinh vật ở trong đất hoạt động, tạo điều kiện cho thực vật phát triển và cung cấp mùn và nguồn dinh dưỡng cho đất, tạo ra tầng đất. Ngược lại các móng đá cứng nổi cao tạo ra địa hình núi, khống chế và hình thành nên khí hậu khu vực và khí hậu địa phương, tạo ra các hệ thống dòng chảy. Các nền sản phẩm phong hóa, nền trầm tích Đệ tứ chi phối và quy định sự phát triển của hệ thực vật. Nghiên cứu sự liên quan này để hiểu rõ môi trường địa chất là một bộ phận thống nhất của môi trường tự nhiên.

2. Cấu trúc ngang của môi trường địa chất

Theo quy luật địa lý tự nhiên (quy luật địa đới và phi địa đới) thì bề mặt trái đất bị phân hóa thành các lãnh thổ tự nhiên khác nhau. Môi trường địa chất là nền rắn của môi trường tự nhiên, cũng bị phân hóa theo lãnh thổ. Sự phân

hóa theo lãnh thổ chính là sự phân hóa theo chiều ngang của bề mặt trái đất.

Như trên đã nói, môi trường địa chất có các tầng cấu trúc thẳng đứng. Ở mỗi nơi khác nhau có các tầng cấu trúc thẳng đứng khác nhau. Sự khác nhau đó thay đổi theo chiều ngang lãnh thổ. Cấu trúc ngang được hiểu là sự sắp xếp các kiểu tập hợp cấu trúc thẳng đứng theo chiều ngang. Các cấu trúc ngang khác nhau tạo ra những phạm vi không gian lãnh thổ khác nhau của môi trường địa chất.

2.1. Sự thay đổi cấu trúc ngang và sự phân hóa môi trường địa chất

Mỗi móng đá cứng, mỗi nền đá bở rời của môi trường địa chất khi được lộ ra trên mặt đất, thường phân bố không đều nhau, nơi nhiều nơi ít, nơi rộng nơi hẹp tạo ra các tập hợp khác nhau của cấu trúc thẳng đứng và phân bố không đều nhau theo chiều ngang. Ví dụ, cùng là địa hình đồng bằng và cũng được cấu tạo bởi nền trầm tích Đệ tứ bở rời, ở bên dưới đều là móng đá cứng granit, nhưng ở nơi móng đá cứng nằm nông, lớp nền trầm tích Đệ tứ mỏng, nên không chứa nước ngầm, còn ở nơi móng đá cứng nằm sâu, nền trầm tích Đệ tứ dày, có chứa nhiều nước ngầm. Rõ ràng ở trên đồng bằng trầm tích Đệ tứ này có hai kiểu môi trường địa chất khác nhau.

Các thành phần cấu trúc của môi trường địa chất không phải là tĩnh tại mà luôn luôn biến đổi do hoạt động tự điều chỉnh của chúng và tác động của con người gây ra. Ví dụ, con người chặt đốt cây rừng, gây nên xói mòn, làm mất cấu trúc nền phong hóa và lớp thổ nhưỡng bề mặt của nó,

làm trơ ra cấu trúc móng đá cứng, không còn hệ sinh thái thực vật. Hoặc lũ quét tạo ra nền trầm tích cuội tảng Đệ tứ trên thung lũng không canh tác được, chúng phủ lên nền trầm tích cát sét Đệ tứ trước kia đã từng phát triển hệ sinh thái lúa nước v.v.

Dù là tác động tự nhiên hay tác động của con người, sự thay đổi cấu trúc ngang của môi trường địa chất đã tạo ra các cấp đơn vị môi trường địa chất khác nhau.

2.2. Phân loại môi trường địa chất

Môi trường địa chất phân hóa theo lãnh thổ, với quy mô phân bố khác nhau. Tùy theo mức độ nghiên cứu chi tiết hay khái quát mà chọn quy mô lãnh thổ và tỷ lệ bản đồ nghiên cứu cho thích hợp. Ví dụ, nghiên cứu chi tiết cho những vùng nhỏ, thì chọn tỷ lệ bản đồ lớn, hoặc nghiên cứu khái quát cho các vùng lớn, thì chọn tỷ lệ bản đồ trung bình hoặc nhỏ (từ 1:500.000 đến 1:1.000.000).

Một nguyên tắc hiển nhiên là trong hệ thống lãnh thổ tự nhiên, các đơn vị lãnh thổ có quy mô bé hợp nhất lại với nhau thành các đơn vị lãnh thổ có quy mô lớn hơn. Ví dụ, ở trong đồng bằng châu thổ của một con sông lớn, các bãi bồi thấp và bãi bồi cao hợp nhất lại với nhau thành đồng bằng bãi bồi; các thềm thấp hợp lại với nhau thành đồng bằng thềm thấp; các thềm cao hợp lại với nhau thành đồng bằng thềm cao. Toàn bộ chúng hợp lại với nhau thành đồng bằng châu thổ có đầy đủ cả thượng châu thổ, trung châu thổ và hạ châu thổ... Môi trường địa chất cũng vậy, khi phân hóa theo lãnh thổ, tùy theo địa hình, cấu trúc mà có những đơn vị môi trường địa chất hẹp, không rộng, các đơn vị môi trường này

hợp nhất lại với nhau để có một đơn vị quy mô lớn hơn với địa hình và cấu trúc phức tạp hơn, sự sử dụng chúng có nhiều mục đích hơn. Các quy mô lãnh thổ ấy thường được xem xét toàn diện theo kích thước, theo hình thái địa hình và theo đặc điểm cấu trúc, theo sự sử dụng. Cho đến nay đối với khoa học địa chất môi trường chưa có một hệ thống tiêu chuẩn cho hệ thống các cấp phân vị về các quy mô lãnh thổ đó, thường người ta nghiên cứu, chọn quy mô lãnh thổ theo mục đích thực dụng của môi trường và có tỷ lệ bản đồ thích hợp.

Có nhiều phương pháp phân loại môi trường địa chất. Có thể chọn thành phần cấu trúc làm chỉ tiêu phân loại, có thể chọn đặc điểm địa hình hoặc chọn hành động phát triển (đối tượng môi trường sống của môi trường địa chất) làm chỉ tiêu phân loại... Hiện nay người ta đưa ra một hệ thống phân loại theo một số chỉ tiêu có tính quy ước về hàng bậc như sau: (theo Fisher và đồng nghiệp, 1972 và theo Cendrero, 1974 có bổ sung).

Hàng, bậc phân loại:	***Chỉ tiêu phân loại:***
Hệ (Systems)	Chế độ động lực
Kiểu (Type)	Thành phần vật chất và địa hình
Nhóm (Group)	Thủy văn, thực bì, độ dốc, nước ngầm, chiều dày lớp phủ bở rời
Dạng (Form)	Hành động phát triển

Có thể nêu ra đây sự phân loại theo hệ, kiểu:

a. Hệ môi trường biển và đại dương (kí hiệu M - marine)

Bao gồm các khu vực chịu tác động của động lực biển (dòng biển, sóng, thủy triều). Các kiểu:

M1. Biển mở: Sâu trên 100m.

M2. Đáy biển cát: Từ độ sâu 10m lên đến mức triều thấp nhất.

M3. Đáy biển đá: Cũng có độ sâu như M2 (nếu cấu trúc tầng đá còn khá nguyên vẹn thì gọi là thềm mài mòn hay thềm bị ngập chìm).

M4. Đới triều đáy cát: Phân bố giữa hai mức triều.

M5. Đới triều đáy đá: Phân bố giữa hai mức triều.

b. Hệ môi trường thủy vực ven biển, nơi tương tác giữa động lực biển và lục địa (kí hiệu B - Bay)

Khu vực này bao gồm các thủy vực liên thông hạn chế với bờ biển, nằm dưới mức thủy triều cao nhất, độ muối từ mặn (như nước biển) đến lợ nhạt.

Động lực chủ yếu là thủy triều, hoạt động trầm tích rất quan trọng. Năng suất sinh học cao. Các kiểu môi trường của hệ:

B1. Lạch triều chính.

B2. Lạch triều phụ.

B3. Vùng ở dưới mức triều thấp, được đóng kín một phần, có ảnh hưởng nhân sinh (cảng biển).

B4. Vùng dưới mức triều thấp, đáy đá.

B5. Vùng dưới mức triều thấp, đáy cát.

B6. Bãi triều cát.

B7. Bãi triều bùn.

B8. Bãi triều có thực vật ngập mặn (bãi triều lầy).

B9. Bãi triều đá.

B10. Bãi bùn nước lợ có ảnh hưởng thủy triều.

B11. Bãi bùn nước lợ bị quai đê.

c. Hệ môi trường vùng nhô cao (C - Emerged Coastline)

Bao gồm các khu đất cao hơn mực triều cường, tiếp xúc trực tiếp với các hệ MT biển mở hay thủy vực ven biển và chịu ảnh hưởng của chúng. Hệ này có dạng một dải hẹp chạy dọc theo bờ biển. Đặc trưng của hệ C là địa hình gồm vách sóng vỗ đổ lở (cliff) và thềm mài mòn (bench), địa hình gió tạo. Các kiểu MT của hệ:

C1. Bãi biển cát và đụn cát không có thực vật.

C2. Bãi biển cát và đụn cát có thực vật che phủ.

C3. Cliff cao trên 10m (thường là cliff cổ).

C4. Cliff thấp hơn 10m (thường là cliff đang hoạt động).

C5. Đê biển, kè biển.

d. Hệ môi trường sông (F - Fluvial).

Động lực sông thống trị.

F1. Đồng bằng bồi tích, bồi tụ thường xuyên.

F2. Thềm sông.

F3. Nón bồi tích - lũ tích (Aluvi - Proluvi) hỗn hợp.

F4. Lòng sông và bãi bồi ven sông.

F5. Đầm lầy (nước ngọt).

F6. Hồ móng ngựa.

F7. Đồng bằng bồi tích ngừng bồi tụ do quai đê.

e. Hệ môi trường nhân tạo (A - Anthropogen).

A1. Các bãi san đất hay đất đắp.

A2. Bãi thải mỏ và từ các nhà máy sàng tuyển khoáng.

A3. Bãi đổ bùn cát nạo vét.

A4. Đầm nuôi thủy hải sản bị biến đổi mạnh.

A5. Hồ nhân tạo.

A6. Đô thị và khu vực dân cư.

A7. Khu vực tập kết chất thải rắn.

g. Hệ môi trường đồi núi (Upland - U)

Động lực thống trị là các quá trình xâm thực, rửa trôi và bóc mòn.

U1. Đồi núi đá vôi gồm các nhóm:

U1.1. Karst yếu.

U1.2. Karst trung bình.

U1.3. Karst mạnh.

U2. Đồi núi trên đá xen lớp có cacbonat.

U3. Đồi núi trên đá lục nguyên xen lớp.

U4. Đồi núi trên đá cát kết, quazit, đá silic.

U5. Đồi núi trên đá sét, đá phiến.

U6. Đồi núi trên đá macma mafic, siêu mafic.

U7. Đồi núi trên macma axit và trên đá gơnai.

U8. Đồi núi trên đá macma trung tính.

U9. Đồi trên đá muối và thạch cao.

U10. Đồi núi trên cuội kết và đá vụn thô khác.

Chú ý:

- MTĐC luôn luôn bị phân dị thành các phân vị hàng bậc khác nhau có giá trị sử dụng khác nhau.

- MTĐC là một loại tài nguyên lãnh thổ (Land Resources).

- Các phân vị có thể được biểu diễn trên bản đồ để phục vụ công tác quản lý và điều hành môi trường. Tỷ lệ bản đồ càng lớn thì hệ thống phân vị được thể hiện càng chi tiết.

- Cách phân loại trên đây được sử dụng rộng rãi ở Hoa Kỳ và Tây Ban Nha, rất phù hợp với vùng ven biển (Coastal Zone). Hệ thống phân loại môi trường địa chất Việt Nam đang sử dụng có nhiều khác biệt, nguyên nhân trước hết là ở Việt Nam, Địa chất Môi trường vẫn được coi là một lĩnh vực của địa chất học, do đó phân loại môi trường địa chất mang nặng sắc thái địa chất học hơn. Điều đó làm cho các nhà nghiên cứu môi trường không có chuyên môn địa chất khó sử dụng.

Chương II

ĐỘNG LỰC MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT

Giới thiệu chung

Thạch quyển nói chung và môi trường địa chất nói riêng là sản phẩm tổng hợp của một quá trình phức tạp và lâu dài. Các đá tạo thành móng cứng của môi trường địa chất được thành tạo trong những thời kỳ khác nhau từ 4,5 tỷ năm trước cho đến cuối kỷ Neogen (1,65 triệu năm trước). Động lực hình thành và biến cải móng cứng gồm hai kiểu:

- Động lực nội sinh, lấy năng lượng từ trong lòng đất. Biểu hiện của động lực nội sinh là động đất, núi lửa, các hoạt động nâng trồi, sụt hạ, đứt gãy. Quá trình uốn nếp vò nhàu, đứt gãy các lớp trầm tích được coi là hậu quả tương tác giữa các vận động nội sinh nói trên.

- Động lực ngoại sinh lấy năng lượng từ các quá trình khí quyển, thủy quyển và sinh quyển, xét cho cùng cũng là từ năng lượng mặt trời, và từ sức hút của trái đất. Đó là các quá trình động lực của gió, dòng chảy, biển, của trọng lực và của khí quyển.

Các vận động nội sinh biến các lớp đất đá và trầm tích vụn bở thành các đá cứng rắn, ép nén chúng, nung chảy

chúng để tạo thành các đá biến chất và các loại đá macma thuộc nhóm đá axit, kiềm hay trung tính. Động lực nội sinh còn làm trào lên, xuyên lên các dung thể nóng chảy chứa nhiều sắt, magiê và silic có nguồn gốc từ phần trên cùng của quyển manti (lớp B) để hình thành các loại đá sẫm màu, trong đó có basalt, trong thạch quyển. Tất cả các loại đá trên (nhiều loại có chứa khoáng sản kim loại), một lần nữa lại bị các vận động nội sinh vò nhàu, nén ép, chia tách, sắp xếp lại trong thạch quyển, dồn lại thành các dãy núi cao hoặc dìm xuống sâu hơn trong vỏ trái đất. Các vận động nội sinh nói trên vận hành trong một quá trình địa chất được gọi là quá trình kiến tạo.

Các vận động ngoại sinh, ngược lại, cố gắng san phẳng địa hình. Chúng bào mòn các núi cao, vận chuyển trầm tích đến lấp đầy các thủy vực và địa hình thấp. Chúng phân rã các đá cứng rắn thành các sản phẩm bở vụn, phong hóa các khoáng vật có cấu trúc và thành phần phức tạp thành các khoáng vật có cấu trúc và thành phần đơn giản hơn (chủ yếu là các khoáng vật chứa oxy và nước). Vận động ngoại sinh chuẩn bị các trầm tích vụn bở làm nguyên liệu cho quá trình nội sinh biến cải thành các loại đá cứng khác nhau. Nói gọn hơn, vận động ngoại sinh là nguyên nhân trực tiếp để hình thành tầng phủ đất đá bở rời và san phẳng địa hình.

Lịch sử vỏ trái đất hàng tỷ năm qua là quá trình phối hợp nhịp nhàng liên tục giữa động lực nội sinh và ngoại sinh. Đó đơn thuần là động lực địa chất. Chỉ đến khi con người xuất hiện trên trái đất, sử dụng các phát minh công nghệ để tác động vào môi trường địa chất mới có thêm một quá trình động lực khác được gọi là động lực nhân sinh. Mặc

dù xuất hiện cùng với con người trên trái đất, nhưng động lực nhân sinh chỉ thực sự có tác động sâu sắc trong vài thế kỷ qua cùng với sự bùng nổ dân số và các cuộc cách mạng công nghệ trên thế giới.

Do đó, nói đến động lực môi trường địa chất là nói đến động lực địa chất (gồm nội sinh và ngoại sinh) và động lực nhân sinh. Đối tượng bị tác động nhanh nhất chính là nền đất đá bở rời của môi trường địa chất. Móng đá cứng bền vững hơn, bị biến động với tốc độ chậm (tính bằng milimét/năm) nên khó được nhận biết.

Trong nhiều tài liệu địa chất môi trường, người ta hay nhắc đến các khái niệm: Địa động lực hiện đại và kiến tạo hiện đại. Địa động lực hiện đại bao gồm các quá trình động lực địa chất đang diễn ra, còn kiến tạo hiện đại chỉ nói về động lực nội sinh hiện đại, không bao hàm động lực ngoại sinh.

Các quá trình địa động lực hiện đại nói chung và kiến tạo hiện đại bắt đầu từ bao giờ? Từ đầu nguyên đại Tân sinh (65 triệu năm trước)? Từ cuối kỷ Neogen (Plioxen - 5,3 triệu năm trước)? Từ đầu kỷ Đệ Tứ khi bắt đầu thành tạo nền đất đá bở rời (1,6 triệu năm trước)? Hay chỉ tính từ Đệ Tứ muộn (Holoxen - khoảng 10.000 năm trước)? Có rất nhiều cách hiểu khác nhau về khoảng thời gian của chế độ địa động lực hiện đại. Tuy nhiên với Địa chất môi trường vốn coi những quá trình động lực đang xảy ra là quan trọng nhất, thì có thể lấy phương án cuối cùng (10.000 năm) để nghiên cứu. Khoảng thời gian đó (Đệ Tứ muộn hoặc Holoxen) chưa phải là điểm bắt đầu của các quá trình địa động lực hiện đại, nhưng cũng đủ để hiểu những điều đang diễn ra, đang gây

tác động đến môi trường địa chất và cung cấp chìa khóa để dự báo xu thế biến động lãnh thổ trong tương lai (ít nhất là dự báo cho 50 năm tới).

I. ĐỊA ĐỘNG LỰC NỘI SINH: CÁC BIỂU HIỆN CƠ BẢN CỦA CHUYỂN ĐỘNG KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI

1. Cấu trúc mảng của thạch quyển và vận động của các mảng

Vận động của các mảng thạch quyển là cội nguồn của chế độ vận động kiến tạo hiện đại. Thạch quyển trái đất không phải là một khối cứng bất động, cũng không phải là một khối đồng nhất. Thạch quyển có sự phân dị theo chiều ngang thành một số mảng (hình 2).

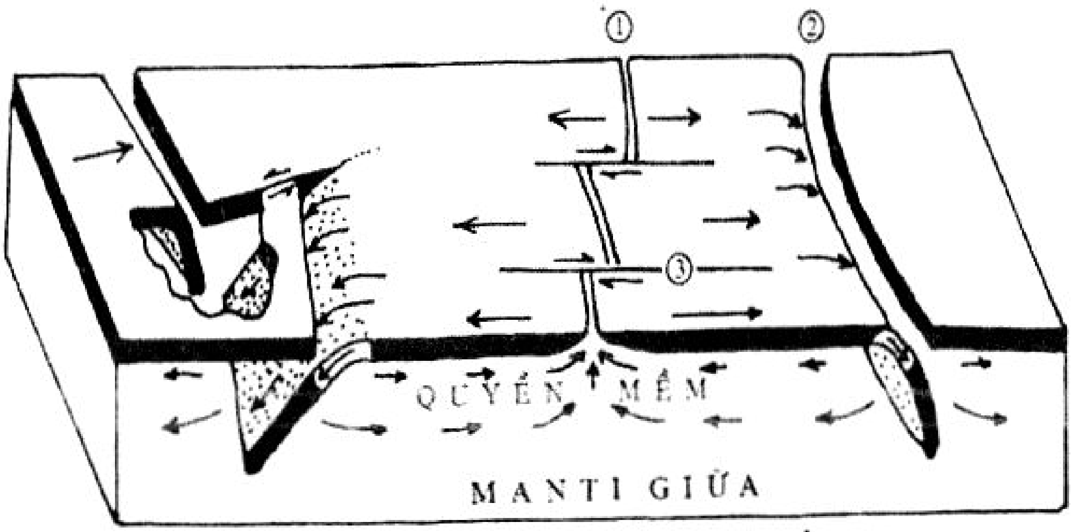
Các mảng tiếp xúc với nhau qua các ranh giới mảng. Có ba kiểu ranh giới:

- Kiểu sinh mảng. Theo ranh giới này, vật chất dưới lòng sâu của trái đất trào lên, sinh ra những phần mới mẻ của thạch quyển kiểu vỏ đại dương.

- Kiểu tiêu mảng. Mảng đại dương bị hút chìm và tiêu thụ bên dưới một mảng lục địa hay một mảng đại dương khác. Việc tiêu hóa mảng bị hút chìm được thực hiện qua một đới có tên là đới benioff, nằm nghiêng về phía mảng nằm trên và ăn sâu đến 700 km. Miệng của đới hút chìm có dạng máng biển sâu đến 10km. Mảng đại dương bị hút chìm, cọ xát vào mảng nằm trên gây ra động đất dữ dội. Vật chất của mảng bị hút chìm tái nóng chảy, tạo thành macma, xuyên lên, trào lên mảng phía trên, tạo ra dải cung đảo núi lửa (ví dụ như ở Nhật Bản, Philippin). Nếu mảng bị hút chìm có

phần trung tâm là lục địa, thì sau khi phần thạch quyển đại dương bị hút chìm và tiêu thụ hết, phần thạch quyển lục địa bị tắc lại, không bị hút chìm, xô chờm vào mảng phía trên, ta gọi là hiện tượng chờm mảng (collission). Ví dụ chờm mảng India và mảng châu Á tạo ra dãy Himalaya hùng vĩ nhất thế giới.

- Kiểu trượt ngang. Các mảng trượt ngang nhau qua đứt gãy biến dạng, không có mảng nào bị tiêu đi, cũng không có phần mảng mới nào sinh ra. Do các mảng đang dịch chuyển, đang xô ép vào nhau, đã nảy sinh ra các lực kiến tạo lớn khủng khiếp. Lực kiến tạo có loại ép nén, có loại kéo dãn.



Hình 2. Mô hình cấu trúc mảng của thạch quyển

Các ranh giới mảng: 1. Kiểu sinh mảng

2. Kiểu tiêu mảng

3. Kiểu trượt ngang

Các lực này lan truyền vào trong các khối thạch quyển lục địa cứng rắn làm các khối này vỡ vụn ra thành những khối nhỏ hơn. Các bề mặt vỡ có tên là đứt gãy kiến tạo,

thường được gọi đơn giản là đứt gãy (fault). Chính nhờ các đứt gãy này mà các khối đá cứng hoặc trồi lên, hoặc tụt xuống, hoặc di chuyển ngang tương đối so với nhau. Toàn bộ các biến động đó, diễn ra bên trong các mảng thạch quyển lục địa cứng rắn, nên được gọi là quá trình biến động nội mảng (Intraplate Deformation).

Các đứt gãy trong mảng nhiều khi ăn rất sâu (vài ba chục kilômét) có khi sâu tận vị trí xuất hiện những lò macma, khiến cho macma có điều kiện trào lên mặt đất thành các núi lửa. Đây là loại núi lửa bên trong mảng, không phải núi lửa ở các cung đảo núi lửa đã nói ở trên. Sự xuyên lên của dung thể macma có thể làm xuất hiện động đất. Hoạt động của đứt gãy có hai hình thức: loại trượt êm không động đất và loại trượt đột ngột kèm theo động đất. Đây là loại động đất có tâm nông cỡ 15 - 20km. Hình thức trượt êm tuy không gây ra động đất nhưng có thể gây ra nứt đất ngầm, xuất hiện từ lớp móng đá cứng bên dưới sau đó lan toả dần lên bề mặt trong tầng phủ bở vụn. Đứt gãy không bao giờ là một bề mặt riêng lẻ mà thường là một tập hợp bề mặt gần song song với nhau. Khi đứt gãy hoạt động, các lớp thạch quyển mỏng kẹp giữa các mặt đứt gãy cũng có thể trồi lên, tụt xuống hay di chuyển ngang tương đối so với nhau. Điều đó làm cho bức tranh biến động nội mảng trở nên vô cùng phức tạp. Trừ những vận động có tính tai biến (núi lửa, động đất) đa phần các hình thức vận động nội sinh còn lại đều diễn ra rất chậm chạp, tốc độ tính bằng mm/năm. Giác quan con người không thể nhận biết được. Tuy nhiên các vận động nội sinh lại diễn ra trường kỳ liên tục, dai dẳng và không có cách gì đảo ngược được. Vì lẽ đó, chúng có vai trò tuyệt đối

trong việc thành tạo các cảnh quan lớn, các phân vị MTĐC thuộc hàng bậc cao (hệ, kiểu, thậm chí đến nhóm) và qui định xu thế biến động lâu dài của MTĐC.

Để cho đơn giản, chúng ta xem xét dấu hiệu của ba hình thức phổ biến nhất và hay gặp nhất của biến động nội mảng đó là:

- Vận động nâng trồi
- Vận động sụt hạ
- Vận động đứt gãy

Tạm bỏ qua việc phân tích chi tiết cơ chế hoạt động, nguyên nhân nảy sinh và mối liên quan của chúng, vì việc giải quyết những vấn đề này là nhiệm vụ của một chuyên ngành gay go nhất của địa chất học: Chuyên ngành kiến tạo hiện đại (Recent Tectonics). Có thể nghiên cứu các vận động kiến tạo hiện đại dựa trên phân tích địa hình, phân tích chiều dày của tầng trầm tích Holoxen trong các bồn trũng và phân tích động đất.

2. Những hình thái cơ bản của địa hình hiện đại

Trước khi xét những đặc trưng hình thái của khu vực có vận động nội sinh, cần điểm qua những hình thái địa hình cơ bản của trái đất gồm có những dạng hình thái sau:

- *Đồng bằng* là khu vực tương đối bằng phẳng. Chênh lệch độ cao tương đối dưới 10m. Đồng bằng xuất hiện ở độ cao tuyệt đối dưới 200m là đồng bằng thấp. Đồng bằng xuất hiện trên độ cao 200 - 500m gọi là đồng bằng cao, xuất hiện ở độ cao trên 500m gọi là đồng bằng trên núi cao (cao nguyên).

- *Vùng đồi* có chênh lệch độ cao tương đối từ 10 - 100m. Có thể có vùng đồi thấp xuất hiện ở độ cao tuyệt đối dưới 200m, vùng đồi cao: 200 - 500m, vùng đồi trên núi cao: trên 500m. Đặc trưng của địa hình đồi là có các đồi dáng mềm mại, đỉnh tròn hay ovan, sườn thoải dưới 30^0.

- *Vùng núi* có chênh lệch độ cao tương đối trên 100m. Núi thường có đỉnh nhọn hoặc đường phân thủy sắc nét, sườn dốc thường trên 30^0.

Vùng núi rất thấp nếu độ cao tuyệt đối dưới 200m.

Vùng núi thấp nếu độ cao tuyệt đối từ 200 đến 1000m.

Vùng núi trung bình độ cao tuyệt đối từ 1000m đến 2000m.

Vùng núi cao có độ cao tuyệt đối trên 2000m.

Trong khu vực đồng bằng và đồi cao hơn 500m còn có thể chia ra cao nguyên và sơn nguyên.

- *Cao nguyên* được cấu tạo từ đá gốc và vỏ phong hóa của nó, phân cách với địa hình thấp hơn bằng một vách dốc, bề mặt khá bằng phẳng, ít bị chia cắt.

- *Sơn nguyên* là cao nguyên đã bị chia cắt mạnh thành những dải đồi hay núi riêng biệt có mặt đỉnh khá bằng phẳng, bề mặt lượn sóng của sơn nguyên chỉ được nhận ra khi nối các đỉnh núi với nhau.

Các khái niệm về bề mặt san bằng

Có nhiều khái niệm về bề mặt san bằng biểu hiện dưới các thuật ngữ khác nhau: peneplane (= bán bình nguyên), pediment (= tiền sơn nguyên), pediplane (= đồng bằng chân núi). Bỏ qua những lý giải về cơ chế thành tạo, chúng ta hiểu

bề mặt san bằng là giai đoạn cuối cùng của quá trình san phẳng địa hình do các quá trình động lực ngoại sinh. Các quá trình ngoại sinh bào phá, xói mòn các đỉnh cao, vận chuyển trầm tích lấp vào các vùng thấp hơn, cho đến khi độ dốc của các sườn nhỏ hơn 15^0 thì các quá trình sườn chỉ còn hoạt động bóc mòn và rửa trôi yếu ớt. Quá trình san bằng sườn gần như dừng hẳn khi bề mặt san bằng lý thuyết được tạo ra. Đó là một bề mặt hơi gợn sóng có độ cao xấp xỉ mực nước biển (gốc xâm thực toàn cầu).

Giai đoạn đầu của quá trình tạo bề mặt san bằng là xuất hiện các mảnh bề mặt san phẳng nhỏ ngang với gốc xâm thực địa phương và nằm ở viền chân núi, các mảnh phẳng nhỏ có tên là pediment. Các mảnh pediment phát triển, mở rộng, liên kết với nhau tạo ra pediplane (đồng bằng chân núi) cuối cùng, toàn bộ các sườn dốc bị san bằng để hình thành peneplane (bán bình nguyên).

Có tác giả cho rằng bán bình nguyên chỉ được thành tạo ở vùng khí hậu ẩm, còn pediment và đồng bằng chân núi thì xuất hiện trong vùng khí hậu khô. Quá trình san bằng địa hình trên toàn thể lục địa lấy mực nước biển làm gốc xâm thực. Tuy nhiên, trong một khu vực núi, có hàng loạt gốc xâm thực địa phương cục bộ. Đó là những chỗ trũng nhất của địa hình như đáy thung lũng, hồ, đầm, đồng bằng. Vì các quá trình sườn cục bộ lấy gốc xâm thực cục bộ làm xuất phát điểm, nên cùng một lúc có nhiều mức san phẳng địa hình khác nhau. Wallace (1977) chứng minh rằng dù đá cứng đến mấy, sườn dốc đến mấy, thì sau một triệu năm, góc dốc của sườn cũng không hơn 35^0 (chấm dứt trượt lở và đổ lở), sau mười triệu năm góc dốc của sườn không hơn 15^0.

Như vậy, các bề mặt san bằng cục bộ sẽ được tạo ra sau 10 triệu năm nếu không có vận động nâng trồi của khu vực trong quãng thời gian này. Căn cứ vào đó mà suy xét thì địa hình dốc với góc sườn trên 15^0 phải là địa hình trẻ hơn 10 triệu năm, góc sườn trên 35^0 phải được tạo ra dưới 1 triệu năm.

3. Các dấu hiệu của vận động nâng trồi hiện đại

Khu vực có vận động nâng trồi được đặc trưng bằng địa hình dương có quá trình động lực sườn thống trị. Sườn càng dốc thì càng trẻ. Khu vực có độ cao càng lớn thì biên độ nâng tổng cộng càng lớn. Vì thế mà khu vực nâng trồi phải có địa hình phân cắt (sâu và ngang) độ cao tuyệt đối phải nằm cao hơn nước biển (gốc xâm thực toàn cầu). Quá trình đổ lở, trượt lở phát triển mạnh, hoạt động bóc mòn và rửa trôi mãnh liệt, đá gốc cứng rắn nhiều chỗ lộ ngay trên mặt địa hình. Sườn tích và lũ tích phát triển, kích thước hỗn tạp, góc cạnh và phổ biến các dăm tảng kích thước lớn. Ở khu vực nâng trồi, có thể tìm thấy các phần sót lại của các bán bình nguyên cổ chưa bị phá hủy hết. Trên lục địa, đa phần các khối nâng trồi cục bộ xuất hiện do hoạt động xiết ép dọc theo đứt gãy. Những khối nâng trồi dạng vòm, lớn hơn, thường liên quan đến hoạt động núi lửa.

4. Các dấu hiệu của vận động sụt hạ hiện đại

Khu vực sụt hạ, ngược lại, đặc trưng bằng địa hình âm với quá trình tích tụ thống trị. Nếu sụt hạ có đền bù bồi tích, vùng sụt hạ sẽ có dạng thung lũng tích tụ hoặc đồng bằng

bồi tích. Nếu lượng trầm tích ít, vùng sụt hạ sẽ có dạng bồn trũng lầy thụt, hồ hoặc thủy vực ven biển, thậm chí biển. Biên độ sụt hạ là chiều sâu của thủy vực cộng với chiều dày tầng trầm tích trong thủy vực. Các bồn sụt hạ cục bộ xuất hiện do hoạt động tách dãn dọc theo đứt gãy. Những bồn trũng lớn hơn có thể hình thành nhờ uốn cong thạch quyển.

- Hoạt động nâng trồi và sụt hạ không nhất thiết chỉ xảy ra trên khu vực rộng lớn. Trong vùng nâng có thể có hố sụt cục bộ, trong vùng sụt có thể có khối nâng cục bộ.
- Hố sụt cục bộ đặc trưng bằng địa hình âm, mạng lưới thủy văn hướng tâm, tầng phủ bở vụn dày hơn vùng xung quanh.
- Khối nâng cục bộ đặc trưng bằng địa hình dương, mạng lưới thủy văn kiểu toả tia, tầng phủ bở vụn mỏng hơn vùng xung quanh.

Trong tự nhiên, vận động nâng và hạ có thể thay thế cho nhau. Một vùng sụt hạ trước đây hiện có thể nâng, ngược lại một vùng nâng trước đây hiện nay có thể đang sụt hạ. Việc nhận diện chế độ động lực mới xảy ra này rất khó khăn, tuy nhiên cũng có một số dấu hiệu có thể dựa vào để phán đoán:

- *Một vùng nâng trước đây, nay chuyển sang chế độ sụt hạ*: ở bờ biển sẽ gặp các thềm bị ngập chìm, hoạt động xói lở bờ biển mạnh mẽ, biển lấn sâu vào đất liền: ở vùng đất dốc có thể gặp các thềm sông bị chìm ngập, các thủy vực mở rộng, sườn dốc tiếp cận ngay với vùng trầm tích mà không có đới chuyển tiếp. Ở vùng đồng bằng hiện tượng úng ngập xảy

ra thường xuyên hơn. Các khối núi có dạng khối nhô sót trên nền sụt chìm (đới chuyển tiếp hẹp hoặc không có). Các hang động karst bị chìm xuống dưới mực nước. Vỏ phong hóa bị phủ dưới trầm tích trẻ không bị phong hóa. Trong mặt cắt tầng phủ bở rời, các trầm tích vụn thô đang phân bố rộng theo thời gian trở nên co hẹp nhanh về phía chân khối nhô.

- *Một vùng sụt hạ trước đây, nay bị nâng cao*: Ở ven biển, các cliff không bị sóng phá hủy, cây cỏ bắt đầu mọc, các thềm bị nhô cao khỏi mực nước biển cực đại. Bãi biển rộng dần, rừng ngập mặn lấn dần ra phía biển còn về phía đất liền, thực vật ngập mặn bị thay bằng cây cói. Ở vùng đồng bằng, sông trẻ lại, bắt đầu xâm thực sâu. Nhiều bãi bồi cũ dâng cao vượt qua mực nước lũ hàng năm, bắt đầu bị bào mòn và xói lở. Bồi tích vụn bị phủ lên trên bằng bồi tích thô. Diện tích ngập úng tự nhiên bị thu hẹp dần. Ở vùng đất dốc, hoạt động thải sườn trở nên ngày càng dữ dội; trượt lở, đổ lở ngày càng phổ biến. Các hang động ngầm nay nhô cao và bị thạch nhũ lấp kín dần. Vùng chuyển tiếp giữa núi và đồng bằng ngày càng rộng, với các vạt gấu núi và nón phóng vật tạo bởi các lũ tích thô ngày càng bành trướng. Các vùng tích tụ giữa núi trở nên bị xâm thực mạnh, sông suối chảy ngày càng nhanh, xuất hiện thêm các ghềnh mới, bồi tích sông suối trở nên thô hơn.

5. Hoạt động đứt gãy

Đứt gãy là những đường nứt vỡ của vỏ trái đất, qua đó, các khối rắn thạch quyển có thể dịch trượt tương đối với

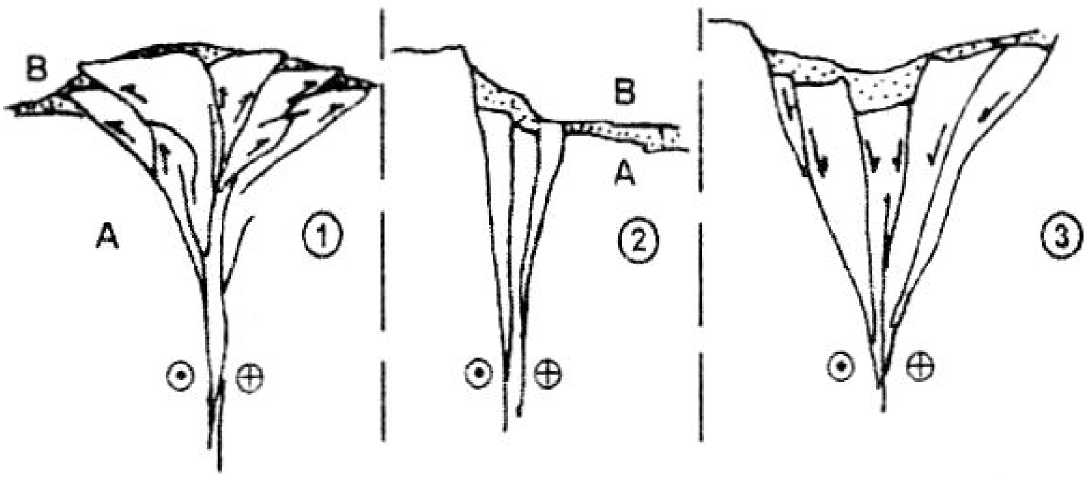
nhau. Các đứt gãy không đi riêng lẻ, mà tạo ra các đới phá hủy kéo dài. Mỗi đới phá hủy có một vài đứt gãy chính và những đứt gãy nhánh. Đứt gãy nhánh có thể song song với đứt gãy chính, cũng có thể tạo thành một góc (thậm chí vuông góc với đứt gãy chính). Các đứt gãy nhánh là hiện tượng bề mặt, chúng tắt nhanh khi xuống sâu bằng cách ăn nhập vào các đứt gãy chính, chỉ có những đứt gãy chính mới có khả năng ăn sâu vào thạch quyển, thậm chí ăn sâu hết chiều dày của thạch quyển (nhiều chục km).

Như vậy, theo mặt cắt thẳng đứng, một đới đứt gãy thường có dạng cây. Thân cây là đứt gãy chính, cành cây là đứt gãy nhánh. Giao tuyến giữa mặt đứt gãy và mặt nằm ngang được gọi là đường phương của đứt gãy, thường có dạng tuyến, kéo dài nhưng không thẳng, và cũng ít khi liên tục mà gồm một số đoạn nối tiếp nhau theo kiểu ngắt quãng, thậm chí vừa ngắt quãng vừa nằm lệch một quãng nào đó về phía trái hay phải (hình 3 và 4).

Bề mặt của đứt gãy có thể phẳng và nhẵn, nhưng thường lượn sóng và có nhiều vết xước - di tích của chuyển dịch trượt của hai khối đá hai phía mặt đứt gãy (thuật ngữ địa chất gọi là hai cánh của đứt gãy). Bề mặt đứt gãy có thể dựng đứng, nằm ngang hoặc nghiêng một góc nào đó. Các đứt gãy sâu, kéo dài, chạy thẳng thường có mặt trượt gần dựng đứng. Cơ chế dịch trượt phổ biến nhất của các đứt gãy trong thạch quyển cứng rắn là trượt theo phương đứt gãy, nghĩa là hai cánh trượt ngang qua nhau như hai đoàn tàu hoả đi ngược chiều. Tuy nhiên, do đứt gãy không thẳng mà có nhiều chỗ uốn cong, nên

sự dịch chuyển trở nên phức tạp hơn. Có những chỗ uốn cong, hai cánh đứt gãy vừa trượt vừa ép vào nhau, đè lên nhau, ta gọi là trượt - nén ép, tại đây hay xuất hiện các khối nâng trồi. Ở những chỗ khác hai cánh vừa trượt vừa rời xa nhau, ta gọi là trượt - tách dãn, chính các bồn sụt hạ xuất hiện ở những vị trí như vậy.

Ngoài ra, các khối đá nằm trong đới đứt gãy, trong quá trình đứt gãy hoạt động có thể bị đẩy trồi lên hay đẩy tụt xuống, tạo ra các khối nâng trồi và bồn sụt hạ trong đới phá hủy.



Hình 3. Sơ đồ mặt cắt ngang qua tầng đất đá bị đứt gãy

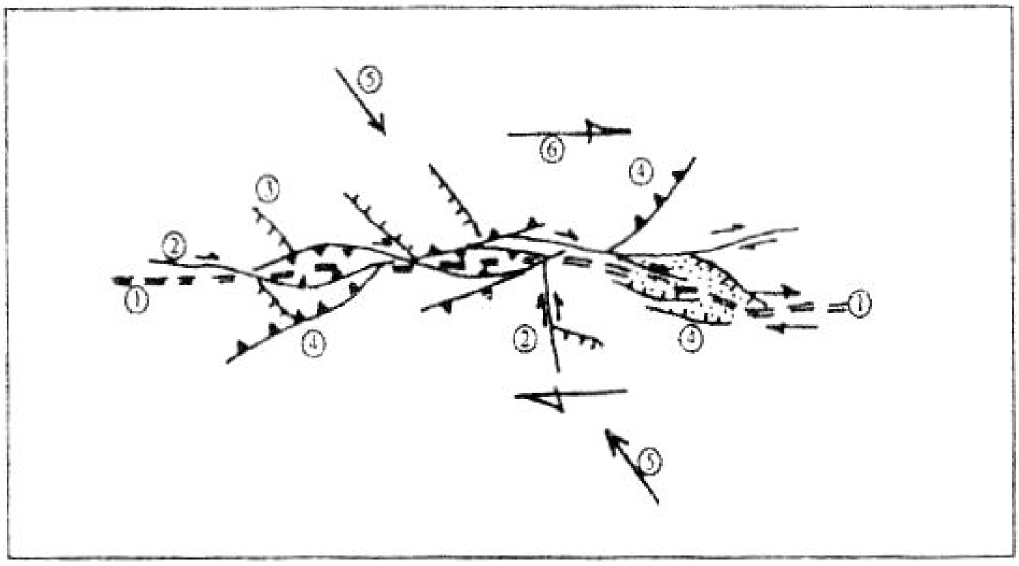
A. Tầng đá móng cứng rắn bị đứt gãy làm dịch chuyển:

⊙ - phần dịch chuyển về phía người quan sát.

⊕ - phần dịch chuyển ra xa người quan sát.

B. Tầng vỏ phong hóa hoặc trầm tích chưa gắn kết: mũi tên (⟶) chỉ hướng di chuyển của các khối nhỏ trong đới phá hủy.

1. Đứt gãy trượt - nén ép (tạo ra các khối nâng trồi cục bộ)
2. Đứt gãy trượt theo phương
3. Đứt gãy trượt - tách dãn (tạo ra các hố sụt cục bộ).



Hình 4: Bình đồ lý thuyết mạng các đứt gãy bề mặt (2-3-4) do đứt gãy chính.(1) dưới sâu tạo ra

2. Đứt gãy trượt theo phương
3. Đứt gãy tách và thuận
4. Đứt gãy xiết ép (nghịch)
5. Hướng ép của lực kiến tạo
6. Hướng dịch chuyển của hai khối nằm về hai phía của đứt gãy chính

Sự dịch chuyển của đứt gãy có thể làm xuất hiện động đất hoặc nứt đất. Các đới phá hủy có tính thấm cao, nên là các kênh dẫn nước ngầm và dẫn luôn cả chất thải lỏng một cách lý tưởng.

Đới phá hủy đứt gãy còn tạo điều kiện phát triển các dòng chảy (sông suối) vì đá ở đây bị vỡ vụn, dễ bào mòn và xói lở.

Biểu hiện địa hình hiện đại của đứt gãy, nhiều trường hợp là các sườn dốc khá thẳng kèm theo hoạt động trượt lở và đổ lở trọng lực (sườn đứt gãy). Góc dốc của sườn đứt gãy phụ thuộc vào tuổi của hoạt động sau cùng của đứt gãy. Trong vòng một triệu năm nếu đứt gãy (trong đá cứng) không hoạt động, sườn sẽ bị giảm độ dốc đến 35^0 và hoạt

động trượt lở chấm dứt. Các sườn đứt gãy trẻ trong đá gốc dưới 1000 năm có góc sườn chừng 60^0. Góc sườn dựng đứng liên quan tới hoạt động hiện đại của đứt gãy.

Không nghi ngờ gì nữa, chính vận động đứt gãy đóng vai trò quan trọng trong sự hình thành cấu trúc của môi trường địa chất. Bản thân đứt gãy là một đới tai biến địa chất.

Tóm lại, vận động đứt gãy hiện tại trên lục địa có khả năng:

- Tạo ra các khối nâng trồi, các bồn sụt hạ cục bộ

- Tạo ra các đới nứt nẻ, vận chuyển nước ngầm và chất thải lỏng.

- Gây ra động đất, nứt đất ngầm, các sườn dốc trượt lở trọng lực.

- Làm uốn cong các tầng trầm tích trẻ.

- Tạo ra kênh dẫn macma để xuất hiện các núi lửa trẻ.

II. ĐỘNG LỰC NGOẠI SINH

Động lực ngoại sinh được gây ra do trọng lực của trái đất và năng lượng mặt trời. Đây là một hệ thống các quá trình rất phức tạp bao gồm từ hoạt động phong hóa, trọng lực rửa trôi, bóc mòn, dòng chảy, karst, phong thành, hồ, đầm lầy, biển ...

1. Hoạt động phong hóa

Ở chương I, phần nói về nền phong hóa (I.2.1.4.1) đã giới thiệu hoạt động phong hóa vật lý, phong hóa hóa học, đồng thời cũng đã giới thiệu các giai đoạn phong hóa, ở đây sẽ không nhắc lại. Điều cần nhấn mạnh là, hoạt động phong

hóa là quá trình phá hủy đá, tạo ra trầm tích, là một mắt xích của vòng tuần hoàn vật chất trên trái đất. Hoạt động phong hóa phân giải khoáng vật trong đá thành các dạng cation và hợp chất dễ hấp phụ, tạo điều kiện cho thực vật tham gia vào quá trình hình thành đất, qua thực vật, các chất dinh dưỡng được chuyển vào chuỗi thức ăn.

Vỏ phong hóa là tầng sản phẩm biến đổi của đá gốc trên bề mặt địa hình của Trái đất. Các đá gốc rắn chắc, khi phong hóa, tính bền vững của chúng đã bị mất đi, tạo ra lớp vỏ phong hóa mềm bở hơn, rời vụn hơn cùng với các biến đổi tính chất vật lý và hóa học. Trong phần trên của vỏ phong hóa thường hình thành lớp thổ nhưỡng. Về mặt độ cứng, độ bền vững, thì thổ nhưỡng là phần kém nhất trong lớp vỏ phong hóa, do đó khả năng chống xói mòn là kém nhất. Nói chung cả tầng phong hóa và lớp phủ thổ nhưỡng đều bị xói mòn dễ dàng.

Nghiên cứu vỏ phong hóa cần tiến hành đồng thời nghiên cứu móng đá cứng- đá mẹ hình thành tầng phong hóa và lớp phủ thổ nhưỡng. Đặc tính của đá mẹ ảnh hưởng quyết định đến đặc tính của tầng phong hóa và lớp phủ thổ nhưỡng. Những đá hạt thô như gơnai hoặc granit hạt lớn thường cho đất phong hóa và lớp thổ nhưỡng có hạt thô, hoặc đá sét cho đất phong hóa và thổ nhưỡng hạt mịn. Thành phần đá ảnh hưởng rất lớn đến thành phần của tầng phong hóa và lớp thổ nhưỡng. Những đá có nhiều thạch anh, thường tầng phong hóa cũng có nhiều thạch anh và lớp thổ nhưỡng có thành phần cơ giới nhẹ. Đá có nhiều fenspat cho tầng phong hóa và lớp thổ nhưỡng nhiều sét hoặc cao lanh. Tính chất hóa học của đất cũng phụ thuộc vào thành phần

của đá mẹ. Ví dụ trong granit nếu chứa hoocblen và oligokla thì đất thường chua, thiếu lân, canxi và có khi thiếu cả kali. Nhưng nếu đá gốc là xienit thì trái lại, thường có tỷ lệ sét cao và chứa nhiều kali.

Kết quả của hoạt động phong hóa đã cho lớp thổ nhưỡng với các loại đất có thành phần cơ giới như sau:

Phân loại đất theo thành phần cơ giới	***Tỷ lệ hạt sét vật lý (<0,01mm) tính theo %***
Đất sét nặng	Trên 80%
Đất sét trung bình	70 - 80%
Đất sét nhẹ	50 - 70%
Đất thịt nặng	40 - 50%
Đất thịt trung bình	30 - 40%
Đất thịt nhẹ	20 - 30%
Đất cát pha	10 - 20%
Đất cát dính	5 - 10%
Đất cát tơi	0 - 5%

2. Hoạt động trọng lực

Hoạt động phong hóa là pha đầu tiên chuẩn bị vật chất cho việc hình thành, phát triển của một loạt hoạt động tiếp theo mà trực tiếp nhất là quá trình trọng lực xảy ra ngay trong vỏ phong hóa.

2.1. Hoạt động trọng lực nhanh

Hoạt động trọng lực nhanh xảy ra với các dạng: đổ khối, đổ vụn trên sườn có độ dốc lớn gần các đỉnh núi. Sườn

núi đổ khối thường có cấu tạo bởi các đá gốc có độ rắn tương đối, bị các khe nứt phong hóa cắt qua như granit, quaczit, đá vôi, cuội kết ... Sườn đổ vụn thường có cấu tạo bởi các đá phân lớp, bị nứt nẻ, dễ dàng bị vụn nát trong quá trình phong hóa như các đá phiến sét, đá phiến biến chất, đá cát kết và xảy ra trên sườn các núi cao và núi trung bình với độ dốc 35^0 - 45^0. Đây là những quá trình động lực xảy ra nhanh, không ổn định, nguy hiểm, phổ biến, nhưng diện phân bố không lớn.

2.2. Hoạt động trọng lực tương đối nhanh

Hoạt động trọng lực tương đối nhanh là hoạt động trượt khối, trượt lở, trượt chảy, trượt trôi. Các hoạt động trọng lực này thường xảy ra ở nước ta, gây nên sự cố. Hoạt động trượt khối quan sát thấy phổ biến ở ven các sườn núi thuộc bờ trái lưu vực sông Đà từ Suối Rút đi Mộc Châu, trên đường số 6. Trượt khối xảy ra trên các sườn dốc (trên 25^0) có cấu tạo là các đá phiến sét phân lớp, mặt phân lớp bị phong hóa, giữa các lớp gắn kết với nhau kém. Mặt lớp phù hợp với mặt dốc của sườn. Vào mùa mưa cả khối đất đá trên sườn trượt theo mặt lớp và di chuyển tương đối nhanh xuống phía dưới lấp đầy đáy thung lũng. Quá trình động lực này gây nên sự mất ổn định lớn cho địa hình và lớp vỏ phong hóa cùng thổ nhưỡng ở trên mặt, và gây nguy hiểm cho con người. Hoạt động trượt lở phổ biến hơn, xảy ra cũng ở các sườn dốc (trên 25^0) có vỏ phong hóa dày. Khi có nguyên nhân mất ổn định như: rừng bị chặt phá, các gốc rễ của cây không còn giữ chặt lớp vỏ phong hóa, hoặc ở phía dưới sườn bị xâm thực giật lùi, do các dòng chảy tạm thời ven sông hay ven hồ, làm mất cân bằng vào mùa mưa, lớp phong hóa được tích đọng nước,

trương lên, mềm bở hơn, ma sát giữa khối phong hóa và đá gốc bị giảm sút, gây nên trượt lở của cả khối đất đá trên sườn xuống thung lũng. Hiện tượng này đã xảy ra ở nhiều nơi như ở xã Lũng Vài trên sườn Phia Bioc cạnh hồ Ba Bể (năm 1972) cũng như nhiều nơi ven hồ Thác Bà, hồ sông Đà. Đây là quá trình động lực rất không ổn định đối với địa hình và đất đai cũng như gây ra tai biến nguy hiểm cho con người.

Đối với trượt chảy, trượt trôi cũng trong cơ chế như trượt lở, trượt khối, nhưng vỏ phong hóa tích đọng quá nhiều nước trên những sườn có độ dốc khác nhau. Vỏ phong hóa sũng nước, nhão ướt, trượt chảy hoặc trượt trôi xuống phía dưới. Trong trường hợp gặp mưa rào lớn hoặc mưa địa hình, các vỏ phong hóa sũng nước ấy hòa với nước mưa đổ xuống thung lũng gây ra lũ quét. Đây là tai biến nguy hiểm.

2.3. Hoạt động trọng lực chậm

Hoạt động trọng lực chậm là quá trình chuyển động từ từ về phía dưới của các sản phẩm phong hóa và lớp thổ nhưỡng. Ở Việt Nam quá trình trọng lực chậm rất phổ biến, được gọi là quá trình dồn đẩy (deflucxi) xảy ra khắp nơi, chủ yếu là ở phần phía Bắc nước ta, nơi có độ ẩm cao, trên sườn có vỏ phong hóa với chiều dày thay đổi không đều nhau, tạo bề mặt gợn sóng theo luống ngang và phủ tràn khắp sườn. Vào mùa mưa, các vật liệu vụn của vỏ phong hóa và thổ nhưỡng bị ngậm nước, trương nở; ở những nơi vỏ phong hóa dầy thể tích của chúng tăng lên nhiều hơn cùng với sự tăng khối lượng của chúng. Sự tăng thể tích làm cho bề mặt địa hình của nơi đó nhô hẳn lên ở trên sườn, đồng thời với sự tăng lên của khối lượng làm cho chúng dịch chuyển xuống

phía dưới nhờ tác động của trọng lực. Cùng với sự dịch chuyển, chúng dồn ép, đẩy phần phong hóa ở phía dưới sườn và lôi kéo phần phong hóa ở phía trên sườn chuyển dịch theo Vào mùa ít mưa hoặc khô hơn, thể tích tầng phong hóa của chính nơi có chiều dày lớn ấy bị co ngót, thể tích bị giảm. Sự co giảm thể tích đã tạo ra lực hướng tâm, lực này lại lôi kéo phần phong hóa ở phía trên sườn xuống, còn ở phía dưới sườn thì do có trọng lực triệt tiêu, nên không kéo lên được. Cứ như vậy, các sản phẩm phong hóa bị chuyển dịch rất từ từ về phía dưới sườn và tạo ra bề mặt sườn gợn sóng. Đây là quá trình động lực ở trên sườn rất phổ biến ở nước ta trong tất cả những vùng đồi núi có độ cao và độ dốc khác nhau. Tuy nhiên tùy theo sự thay đổi độ ẩm, độ dốc mà sự chuyển dịch xảy ra khác nhau. Ở độ dốc dưới 5^0 quá trình này không xảy ra. Biểu hiện quá trình này là thực vật rừng hoặc cây trồng lâu năm có thân cong ở phần gốc hướng về phía dưới sườn, phần trên thẳng đứng hoặc hơi nghiêng như là "rừng say". Việc nghiên cứu sự dịch chuyển từ từ này bằng các phẫu diện, hố đào đến móng đá gốc để xem xét mối quan hệ giữa các sản phẩm phong hóa và móng đá gốc, giúp chúng ta hiểu được quá trình phong hóa và quá trình bóc mòn di chuyển chậm vật chất xuống phía dưới.

Các quá trình động lực vừa kể, do có thảm thực vật bảo vệ, thường xảy ra từ từ và cùng với quá trình chảy tràn rửa trôi bề mặt làm cho địa hình tương đối ổn định. Tùy theo thảm phủ rừng mà lớp thổ nhưỡng có độ mùn khác nhau, và tùy theo thảm cỏ và cây bụi mà tạo ra đất nghèo dinh dưỡng khác nhau, thậm chí là cho đất bạc màu khi bị rửa trôi

nhiều. Trong trường hợp thảm thực vật bị tàn phá thì quá trình xói mòn xảy ra cùng với các quá trình khác như trượt lở làm cho địa hình không ổn định, đất bị xói mòn và bạc màu hoặc bị hủy hoại bởi trượt lở.

3. Hoạt động rửa trôi và bóc mòn

3.1. Hoạt động chảy tràn và rửa trôi bề mặt

Hoạt động chảy tràn và rửa trôi bề mặt là quá trình chiếm ưu thế ở các sườn thoải gần đỉnh, trên các đồi và cao nguyên, và ở khắp các phần sườn có độ nghiêng khác nhau khi ở đó chỉ có nước mưa chảy tràn bề mặt. Tuy chưa thành dòng để hoạt động xâm thực mạnh mẽ, quá trình chảy tràn này theo năm tháng cũng tạo ra sự rửa trôi bề mặt cùng với sản phẩm tích tụ của nó (deluvi) xen lẫn với eluvi của vỏ phong hóa. Nếu trên đó có thảm thực vật rừng thì quá trình chảy tràn, rửa trôi bề mặt xảy ra chậm chạp, địa hình được coi như ổn định, ở đây lớp phủ thổ nhưỡng tích tụ nhiều mùn và độ phì cao phụ thuộc vào vỏ phong hóa. Nếu bề mặt chỉ có thảm cỏ hoặc cây nông nghiệp thì quá trình rửa trôi bề mặt xảy ra mạnh mẽ hơn tạo ra đất có độ mùn kém, bị rửa trôi làm cho đất bạc màu. Cũng cần nói thêm rằng, các tích tụ deluvi ở chân sườn tạo ra các vạt gấu deluvi có quy mô khác nhau. Ở đây hình thành nên đất dốc tụ và quá trình động lực tiếp tục phát triển phức tạp ở bên trong làm cho đất có độ phì khác nhau hoặc bạc màu, hoặc hình thành nên đất kết von laterit khi ở đó có mực nước ngầm thay đổi lên xuống theo mùa. Nếu không có thảm thực vật thì chúng lập tức chịu quá trình xói rửa, và xói mòn rãnh.

3.2. Hoạt động bóc mòn tổng hợp

Quá trình bóc mòn tổng hợp bao gồm từ quá trình phong hóa đến các quá trình rửa trôi bề mặt, di chuyển các vật liệu bở rời của vỏ phong hóa từ nơi cao đến nơi thấp. Hoạt động bóc mòn là quá trình động lực tự nhiên, có tác dụng san bằng địa hình, biến núi thành bán bình nguyên. Bóc mòn cũng là một quá trình tai biến địa chất nhưng được phân biệt với hoạt động xâm thực của dòng chảy.

4. Hoạt động của dòng chảy

4.1. Hoạt động xói rửa

Hoạt động xói rửa phát triển ở phần giữa và dưới của các sườn núi, đồi và trên các bề mặt nghiêng của đồng bằng cao. Ở đây, nước mưa chảy tràn đã đủ để tập trung lại thành các dòng chảy nhỏ "lang thang" trên bề mặt. Quá trình này là giai đoạn phát triển tiếp theo quá trình nước chảy tràn và tạo ra sự xói rửa bề mặt, mở đầu cho quá trình xâm thực, lớp thổ nhưỡng đã bắt đầu bị tổn thương và bắt đầu xuất hiện các mương xói nhỏ ở trên đất trống khi thảm thực vật đã bị tàn phá.

4.2. Hoạt động của dòng chảy tạm thời

Hoạt động dòng chảy tạm thời xảy ra tiếp theo quá trình xói rửa khi các dòng chảy "lang thang" tập trung lại thành dòng chảy lớn hơn, chảy tương đối cố định trong các mương xói. Tiền đề của mương xói là do hoạt động của con người chặt phá rừng, đốt nương làm rẫy, không có thảm thực vật che phủ, hoặc ở những nơi đã xảy ra trượt lở, hoặc xuất

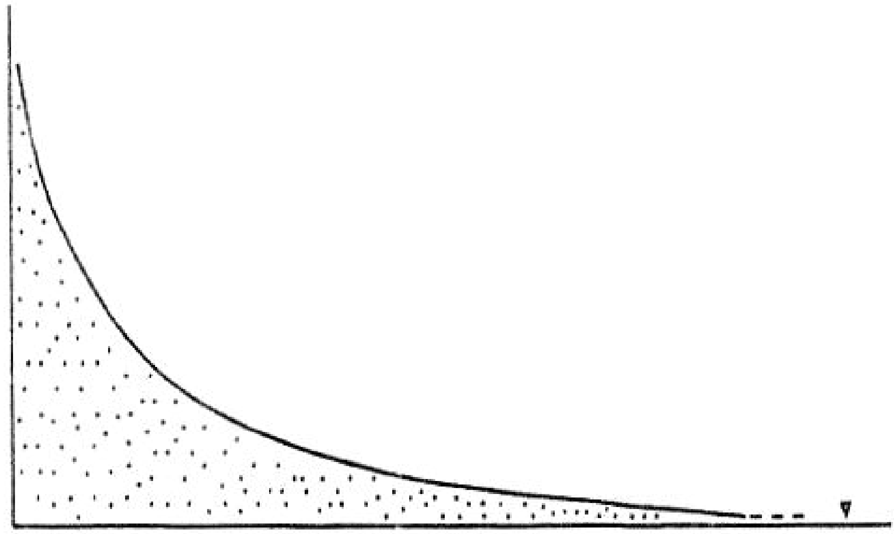
phát từ bờ các mép hồ thủy điện, thủy lợi mới xây dựng, ở đây bắt đầu xâm thực giật lùi bằng những mương xói. Chiều dài sườn càng lớn, độ dốc càng lớn thì hoạt động mương xói xẩy ra nhanh chóng, tạo thành các dòng chảy tạm thời theo qui mô khác nhau. Vào mùa mưa, các dòng tạm thời xói mòn các sản phẩm phong hóa và tầng thổ nhưỡng ở trên sườn, cắt xẻ chúng theo trắc diện hình chữ V. Trên lòng mương xói tích đọng ngổn ngang các tảng, vụn thô, vụn mịn khác nhau. Mương xói ngừng hoạt động khi có thảm thực vật phủ lên trên và deluvi lấp đầy mương xói. Vì vậy khôi phục lại thảm thực vật trên mương xói là điều rất quan trọng để bảo vệ đất.

Thường ở cuối các dòng chảy tạm thời, các vật liệu xói mòn của chúng được tích tụ tạo ra các nón phóng vật với qui mô khác nhau.

4.3. Hoạt động của dòng chảy thường xuyên (sông, suối)

Nhìn chung, các dòng chảy thường xuyên (điển hình là sông) có ba phần: phần thượng lưu, trung lưu và hạ lưu. Phần thượng lưu chủ yếu hoạt động xâm thực sâu, phần trung lưu xâm thực sâu và vận chuyển vật liệu, phần hạ lưu xâm thực ngang và tích tụ vật liệu.

- Xâm thực sâu khi tốc độ dòng nước lớn, và đáy sông còn cao hơn mực xâm thực cơ sở khá nhiều. Khi đáy sông đạt đến trắc diện cân bằng thì hoạt động xâm thực sâu chấm dứt. Trắc diện cân bằng là đường cong của trắc diện dọc theo sông, phần thượng lưu của trắc diện tiệm cận đường thẳng đứng, phần hạ lưu của trắc diện tiệm cận đường nằm ngang và có độ cao bằng mực xâm thực cơ sở tức là mực nước biển, mực nước hồ, mực thung lũng chỗ dòng chảy vào (hình 5).



Hình 5. Trắc diện cân bằng của dòng chảy sông, suối

Những chỗ đá cứng, khó bị nước phá hủy, sẽ nhô cao trên đáy sông, tạo một chỗ gẫy khúc trên trắc diện dọc của sông, được gọi là ghềnh hoặc thác. Nước chảy qua ghềnh chỉ bị uốn qua, còn chảy qua thác thì bị rơi tự do xuống phía dưới.

Xâm thực ngang xẩy ra khi sông đã đạt trắc diện cân bằng, sông xói mòn bờ để mở rộng lòng và uốn khúc dưới ảnh hưởng của sự tự quay của trái đất. Xâm thực ngang gây xói lở bờ sông, đó là một quá trình tai biến địa chất, gây mất đất canh tác, sụp lở nhà cửa, đường xá. Xâm thực ngang làm sông trở nên uốn khúc ngày càng mạnh theo quy luật-hai bờ sông đối diện sẽ có một bên lở một bên bồi. Vào mùa lũ, khi tốc độ và lưu lượng nước sông tăng lên đột ngột, sông sẽ đào thông đoạn bờ lở nằm gần nhau để tạo thành dòng chảy thẳng hơn, nhanh hơn. Đoạn sông uốn cong sẽ nhanh chóng bị bồi lấp hai đầu, sau đó tách hẳn dòng chính, bị cô lập, trở thành một loại hồ cong có tên là hồ sừng trâu hoặc hồ móng ngựa. Đó là một dạng MTĐC đặc biệt quan trọng của kiểu

môi trường đồng bằng bồi tích. Các hồ móng ngựa trở thành hồ nuôi thủy sản, du lịch, nghỉ mát, là kho dự trữ nước hoặc chứa nước thải.

Hoạt động bồi tụ của sông có thể xảy ra cả trong mùa lũ và mùa cạn. Bồi tụ xảy ra ở chỗ nào động năng dòng nước giảm so với tốc độ chảy chung ở vùng chung quanh. Những chỗ có thể bồi được là: chỗ dòng sông sâu xuống đột ngột, rộng ra đột ngột, sau một vật cản (tảng đá to, một con thuyền đắm) ở đoạn uốn cong lồi về phía lòng sông (bờ bồi). Bồi tích (aluvi) mùa lũ thô hơn mùa khô. Tất cả các vị trí bồi tụ nằm cao hơn trắc diện cân bằng của dòng sông đều là bãi bồi tạm thời. Các bãi bồi ở trung và thượng lưu đều là bãi bồi tạm thời. Bồi tích trên bãi bồi tạm thời, trước sau cũng bị dòng chảy mang đi chỗ khác.

Hoạt động bồi xói của sông tùy thuộc vào mực xâm thực cơ sở và chế độ khí hậu. Phối hợp cả hai tạo ra một thế hệ trắc diện cân bằng: Khi mực xâm thực cơ sở (là chính) và chế độ khí hậu có thay đổi, một thế hệ trắc diện cân bằng mới được thiết kế, có thể sẽ cao hơn, hoặc thấp hơn trắc diện cũ. Trong trường hợp thứ nhất, trắc diện cũ bị chôn vùi dưới bồi tích trẻ (ví dụ ở thềm lục địa Vịnh Bắc bộ ngày nay còn gặp nhiều lòng sông cổ bị chôn vùi đến độ sâu 60m dưới mực nước biển). Trong trường hợp thứ hai, trắc diện cũ bị xâm thực phá hủy. Những chỗ còn lại (bãi bồi, lòng sông cổ) tạo ra các bậc thềm sông. Có thể có nhiều thế hệ thềm sông (bậc I, bậc II, bậc III), thềm càng trẻ càng thấp. Các thềm trẻ được đánh số thứ tự thấp hơn các thềm cổ.

Hoạt động vận chuyển vật liệu của các dòng sông là cực kỳ vĩ đại. Sông vận chuyển vật liệu vụn, các chất keo, các chất hoà tan. Vật liệu vụn được sông vận chuyển dưới dạng lơ lửng trên dòng hoặc kéo lê trên đáy.

Đối với ĐCMT, sông là thủy vực nước chảy, là một hệ sinh thái hoàn chỉnh, là kho nước, là nơi đổ thải chất thải lỏng bất hợp pháp của các khu công nghiệp và đô thị, là nguồn gây tai biến lũ lụt và xói lở...

5. Hoạt động karst

Hoạt động karst xảy ra phức tạp trên địa hình có núi đá vôi. Việc nghiên cứu chúng rất khó khăn, nhiều khi không thực hiện được với các hang động ngầm, sông ngầm.

Thành phần hóa học của đá vôi chủ yếu là cacbonat canxi ($CaCO_3$). Đá vôi dễ bị hoà tan trong nước tự nhiên có chứa khí cácbonic, axit nitơric và các axit hữu cơ, đồng thời chúng cũng bị tác động bởi các quá trình ngoại sinh khác, nên việc thành tạo địa hình karst có các quá trình: ăn mòn, rửa rũa - ăn mòn, ăn mòn - sụp lở, thẩm thấu và tích tụ. Sự phân chia này có tính tương đối vì phần lớn địa hình karst ở nước ta là sự tổng hợp của các qúa trình riêng biệt đó. Cũng theo tính chất lộ và phủ của địa hình karst người ta chia ra karst hở, phủ và nửa phủ. Điều quan trọng là hình thái địa hình karst được phân chia ra các dạng theo kiểu động lực khác nhau có ý nghĩa đối với môi trường địa chất.

- Hoạt động phát triển caru: Quá trình này chủ yếu là hòa tan ăn mòn đá vôi ở trên mặt, tạo địa hình nhỏ, ghồ ghề lởm chởm nhọn sắc. Nhiều khi kết hợp cả hai quá trình ăn

mòn - rửa lũa ở trên địa hình có độ dốc khác nhau. Các cánh đồng carư thường có bề mặt lởm chởm với các bãi đá lộn xộn xen kẽ với các chỗ trũng nhỏ phủ đầy bằng các lớp sét mịn có chiều dày không lớn. Quá trình ăn mòn, rửa lũa trên đá vôi xảy ra lâu dài, bởi vậy địa hình carư và lớp phủ phân bố trên các cánh đồng carư thường có diện tích không lớn.

- Hoạt động của động rút nước và phễu karst: Quá trình hình thành các động rút nước và phễu karst rất lâu dài và tác động của nó lên bề mặt thật đáng kể. Động rút nước có kích thước không lớn, được phủ bởi đất bở vụn (gồm mảnh vụn lớn nhỏ, đất sét phong hóa từ đá vôi), cho nước rút thấm tự do xuống các hang động ngầm ở bên dưới. Còn phễu karst thì có quy mô lớn hơn, dạng hình phễu tròn khép kín, kích thước từ hàng chục đến hàng trăm mét, thường ở phần đáy có các động karst bị phủ bởi các vật liệu vụn kích thước khác nhau. Đất ở trên miệng phễu hoặc các động rút nước rõ ràng là không ổn định và trong những cánh đồng có nhiều phễu karst, chúng bị nước rút mang đi. Mặt khác vùng có động rút nước và phễu karst đều liên quan với hoạt động karst ngầm, có thể bị sụt đổ, nên địa hình và đất ở đây đều trong tình trạng không ổn định.

- Hoạt động karst trên thung lũng, lòng chảo và cánh đồng karst: Đây là các dạng địa hình karst lớn, quá trình xẩy ra rất phức tạp. Nguồn gốc thành tạo chúng là các quá trình ăn mòn rửa lũa bề mặt, sụt đổ và tích tụ. Trong các thung lũng, lòng chảo và cánh đồng karst thường có các sông suối chảy qua và lấp đầy các vật liệu phù sa hoặc xen lẫn phù sa với đất đỏ. Cũng có trường hợp chỉ có đất đỏ. Nói

chung ở trong khu vực hoạt động karst, địa hình không ổn định, nhiều khi bị sụt đổ và thiếu nước do các hang động ngầm karst, gây khó khăn cho canh tác nông nghiệp và sinh hoạt.

6. Hoạt động của gió (phong thành)

Động lực gió diễn ra mạnh mẽ ở: vùng ven biển, trên các đảo, vùng khí hậu khô nóng. Các hoạt động chính của gió là: thổi mòn, vận chuyển và tích tụ trầm tích gió.

6.1. Hoạt động thổi mòn

Gió mạnh có thể mang đi các hạt bụi, cát thậm chí sỏi dăm nhỏ. Các hạt vụn sắc cạnh bay trong gió có tác dụng như một thứ bàn mài, mài mòn các vách đá, đào khoét những phần bở vụn tạo thành các vách, các hốc thổi mòn. Những chỗ đá cứng sót lại, bị mài tròn nhẵn, có thể bám lại trên sườn và đu đưa theo gió. Cả một tầng đá, do thổi mòn có thể chỉ còn sót lại những cột trụ và những đống đổ nát, trông giống như một thành phố bị phá hủy.

6.2. Hoạt động vận chuyển

Đối tượng bị gió lôi cuốn trước nhất là đất. Thổi mòn có thể làm mất đất canh tác. Đa phần các hạt vụn bị gió kéo lê hoặc vận chuyển cách mặt đất một vài mét. Bụi do gió cuốn có thể xa hàng ngàn kilomet (ví dụ bụi núi lửa Pinatubo ở Philipin có dạo đã phủ trắng thành phố Hồ Chí Minh). Các cồn cát trong sa mạc hoặc ven biển thường có sườn đón gió thoải và sườn khuất gió dốc hơn. Gió kéo lê các hạt cát từ sườn đón gió, ném sang sườn khuất gió. Bằng cách đó các cồn cát gió tạo có thể bò dần theo chiều gió.

6.3. Hoạt động tích tụ

Có hai dạng trầm tích gió quan trọng nhất: các loại cồn cát ven biển hay trong sa mạc và đất lớt thường xuất hiện ở rìa sa mạc, nơi sa mạc tiếp cận với thảo nguyên. Đất lớt thường mịn (cấp của bột), giàu cacbonat, xốp. Trầm tích gió thường bở, gắn kết kém nhưng độ hạt khá đồng đều.

Ngoài các dạng động lực trên, gió còn là động lực vận chuyển chất ô nhiễm: bụi, khói, góp phần tạo ra mưa axit ở khá xa nguồn gây ô nhiễm. Bản thân gió cũng là tác nhân gây tai biến môi trường: bão, gió, lốc, vòi rồng, gió khô nóng, gió lạnh.

7. Hoạt động của nước dưới đất

Nước dưới đất là một loại động lực ngoại sinh đáng chú ý về các mặt: rửa rũa, hoà tan, xói ngầm, vận chuyển và tích tụ vật liệu. Ngoài ra nước dưới đất cũng tham gia tích cực vào hoạt động phong hóa hóa học như oxy hóa, hydrat hóa, thủy phân như đã trình bày ở 4.1.

7.1. Hoạt động rửa rũa

Nước dưới đất thường có hoạt tính hóa học cao vì thường chứa các ion SO_4^{2-}, HCO_3^-, Cl^-. Khi chảy len lỏi trong khe nứt hay lỗ hổng của đất đá, nước dưới đất có thể rửa lũa đất đá và khoáng vật. Rửa rũa là hoà tan có chọn lọc các ion, các hợp chất linh động, để lại bộ khung kém linh động. Bằng cách đó nước dưới đất có độ khoáng cao, nhất là giàu nguyên tố hiếm và nguyên tố vết.

7.2. Hoạt động hoà tan

Nước dưới đất có khả năng hoà tan một số loại khoáng vật và đá. Thạch cao, muối mỏ, đá vôi là loại dễ bị hoà tan

nhất. Nước dưới đất hoà tan đá vôi bằng cách chuyển cacbonat canxi (thành phần chủ yếu tạo thành đá vôi) sang $Ca(HCO_3)_2$ theo cách sau:

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2$$

Hoạt động hoà tan tạo ra trong đá vôi các hang hốc, khe rãnh, ta gọi là hoạt động karst. Các hang động, hồ ngầm, sông ngầm trong vùng đá vôi là sản phẩm của hoạt động karst.

7.3. Hoạt động xói ngầm

Xói ngầm là hoạt động của nước ngầm lôi cuốn các hạt đất nhỏ chảy qua các lỗ rỗng giữa các hạt lớn hay các khe nứt trong tầng trầm tích bở rời; hoặc nước ngầm hoà tan muối khoáng trong tầng trầm tích, tạo ra các lỗ rỗng, các khe rãnh ngầm.

Hoạt động xói ngầm thường xảy ra trong các tầng cát sét hay bột sét nguồn gốc vũng vịnh hay biển (giàu muối khoáng), tạo ra hiện tượng giống hiện tượng karst, được gọi là hiện tượng karst sét.

7.4. Tích tụ vật liệu

Nước dưới đất khi xuất lộ trên mặt đất sẽ giảm áp suất, giảm lượng CO_2 hoà tan, bay hơi, kết quả là các chất hoà tan bị kết tủa lại. Tùy theo thành phần chất kết tủa mà ta có các loại tuf vôi, tuf silic, muối, quặng sắt, hay mangan. Tuf vôi là thành phần chủ chốt của thạch nhũ, chuông đá, măng đá và travetin trong các hang động. Tuf silic(SiO_2nH_2O) đọng lại từ các nguồn nước khoáng nóng. Muối xuất hiện khi nước giàu khoáng hóa bay hơi, tùy trường hợp là muối ăn hay soda. Quặng sắt (hay mangan) cũng có thể được tích đọng

nếu nước ngầm hoà tan $FeCO_3$ hay $FeSO_4$, có sự tham gia của vi khuẩn trong chất mùn bã hữu cơ ven biển hay ven hồ. Loại quặng sắt này xuất hiện cách bờ trên 100m và sâu chưa đến 10m.

Nước dưới đất quá bão hoà, có thể kết tủa trong các hang hốc hay khe nứt của đá, tùy trường hợp mà tạo ra các kết hạch, hốc tinh thể, đám tinh thể, mạch khoáng. Các sản phẩm kết tủa có thể gắn kết các hạt vụn thành cuội kết, dăm kết, cát kết. Các chất kết tủa thường là $CaCO_3$ và $SiO_2.nH_2O$.

8. Hoạt động của biển

Hoạt động của biển như một loại hình địa động lực thật là đa dạng. Dưới góc độ ĐCMT, chúng ta chú ý tác động của biển đối với vùng bờ biển. Tác động này được thực thi nhờ sóng biển, thủy triều và dòng dọc bờ. Các biểu hiện chủ yếu của tác động là xói lở bờ, vận chuyển và tích đọng vật liệu, phối hợp với các quá trình động lực ven biển để tạo ra những kiểu môi trường địa chất đặc thù, có các hệ sinh thái đặc thù.

8.1. Hoạt động xói lở bờ biển

Ở những bờ biển khúc khủy, sóng chủ yếu tập trung năng lượng công phá vào các mũi nhô ra biển. Các vũng là phần biển lấn vào lục địa, là nơi năng lượng sóng yếu ớt. Sóng bắt đầu công phá vào bờ kể từ độ sâu bằng một nửa bước sóng (D = 1/2L). Vì lẽ đó, phạm vi phá hủy bờ lớn nhất là đới triều của biển mở. Bờ biển bị xói lở do sức đập của sóng, do mài mòn, hoà tan, các tảng đá bị lôi đi kéo lại. Các bờ được tạo ra từ trầm tích bở rời, bị đổ lở thành một vách đứng, có tên là vách sóng vỗ (bluf). Vách sóng vỗ do đổ lở, lùi

dần về phía lục địa làm xuất hiện một bãi biển thoải và rộng, nghiêng dần về phía biển. Sóng trượt trên bãi biển, mất dần năng lượng và không phá hủy bãi biển nữa. Bãi biển đạt tới vị trí cân bằng với năng lượng sóng có tên là thềm sóng vỗ. Bờ biển cấu thành từ đá cứng rất khó xói lở. Trước hết sóng khoét vào chân vách đá một hành lang sóng vỗ. Hành lang sâu dần làm vách đá sụt lở, tạo thành một vách đứng có tên là vách đổ lở (cliff), nhiều trường hợp cao hàng chục mét. Một hành lang sóng vỗ mới sẽ được tạo thành, cliff tiếp tục sụt lở và lùi về phía lục địa, bằng cách đó xuất hiện một bề mặt mài mòn, trên đá gốc cứng rắn, nghiêng dần về phía biển, có tên là thềm mài mòn (bench). Nếu mực nước biển không thay đổi, bench và thềm sóng vỗ được bảo tồn, chỉ tiếp tục kéo dài về phía đất liền. Nếu mực nước biển hạ thấp, bench và thềm sóng vỗ trở nên cao hơn mức tác động của sóng, biến thành thềm biển, phía dưới chân thềm biển là một bench mới, hay một thềm sóng vỗ mới đang hình thành.

Nếu mực biển dâng cao, bench và thềm sóng vỗ sẽ bị chôn vùi dưới trầm tích biển mới được trầm đọng, hoặc bị sóng phá hủy.

8.2. Hoạt động vận chuyển và trầm đọng vật liệu

Sau khi vỗ bờ, sóng rút ra có thể lôi kéo các sản phẩm phá hủy xuống và trầm đọng ở vùng nước sâu yên tĩnh hơn. Tuy nhiên nếu sóng xiên góc với bờ sẽ tạo ra dòng dọc bờ . Sóng gió tạo ra dòng dọc bờ theo mùa. Dòng dọc bờ vận tải bùn cát dọc theo bờ và trầm đọng ở những chỗ năng lượng của dòng giảm. Kết quả là xuất hiện các bãi cát ngầm sau này có thể biến thành cồn cát dạng đảo. Các vật liệu do sông

tải ra biển cũng được sóng và dòng biển tiếp thu, phân loại và trầm đọng ở nhiều đới khác nhau. Đới ven bờ tích đọng các vật liệu thô hoặc nặng, cát và bột ở sâu hơn, bùn sét bị cuốn xa bờ nhất, nhiều khi trầm đọng trên sườn lục địa hay đáy đại dương. Những vật liệu dạng keo gặp nước biển bị trung hoà điện, kết tủa trong các lỗ hổng của cát hay bùn. Ngoài các trầm tích vụn có nguồn gốc lục địa (trầm tích lục nguyên) biển còn tạo cho mình các loại trầm tích riêng, đó là các trầm tích hóa học do kết tủa các chất hoà tan như muối ăn (NaCl), vôi hay đolomit, phosforit, kết hạch sắt, mangan. Loại trầm tích sinh vật cũng rất đặc trưng cho biển như các tầng vôi san hô, vôi sò ốc, silic hải miên...

III. ĐỘNG LỰC NHÂN SINH

1. Nắn dòng sông

Sông chảy ở đồng bằng bồi tích thường uốn khúc quanh co. Hoạt động khai phá vùng đồng bằng thường bao giờ cũng đòi hỏi các dòng sông phải được nắn chỉnh. Công việc nắn dòng chủ yếu gồm: dẫn dòng chảy sang vị trí khác, hãm dòng chảy bằng đập nhân tạo. Hoạt động nắn dòng khác việc đào kênh mương ở chỗ tác động vào dòng sông chính chứ không can thiệp vào các dòng nhánh. Nắn dòng là kỹ thuật công trình nhằm giải quyết các mục đích:

- Tháo nước: hạ thấp mực nước, làm khô những diện tích ngập úng.

- Kiểm soát lũ: tăng sức chứa hoặc tốc độ chảy của sông.

- Giao thông: xây dựng các luồng tàu thẳng và sâu, các bến cảng sông.

- Nông nghiệp: làm tăng diện tích canh tác và làm cho canh tác thuận lợi.

- Kiểm soát xói mòn: xây dựng các công trình chống xói xâm thực ở lòng sông.

- Xây dựng: cầu, đường cao tốc, trạm bơm...

Nắn dòng đòi hỏi các công việc như đào sâu, mở rộng, nắn thẳng, dọn sạch cây bụi, lát dòng bằng vật liệu cứng, kè bờ...

Hoạt động nắn dòng gây ra các ảnh hưởng xấu đáng kể đến môi trường. Độ lớn của thiệt hại tùy thuộc vào việc làm thay đổi chế độ sông và đặc tính môi trường của đồng bằng bồi tích. Những thiệt hại xảy ra đối với hệ sinh thái và môi trường vật lý, ví dụ: ảnh hưởng xấu đến hệ sinh thái đất ngập nước, gây thiệt hại cho lớp phủ rừng, làm biến đổi mực nước ngầm, gây bồi xói bất thường vùng hạ lưu, gây biến động cảnh quan, đặc biệt gây hại cho động vật thủy sinh nhất là cá.

Sự thiếu chuẩn xác trong thiết kế và thi công nắn dòng một phần do chưa tính hết các tham số của điều kiện tự nhiên. Phản ứng động lực quan trọng nhất của sông đến công trình nắn dòng là: sông đồng bằng bao giờ cũng có xu hướng uốn khúc. Khi sông bị nắn thẳng ra, chúng lại cố uốn cong trở lại bằng cách tấn công vào đê và đập nhân tạo. Chi phí cho việc bảo dưỡng đê đập ngày càng lớn.

Khả năng tải nước của sông (Q) phụ thuộc vào độ rộng (W), độ sâu (D) và tốc độ chảy (V):

$$Q = WDV$$

Nếu thiết kế dòng sông với Q' > Q, hiện tượng bồi tụ sẽ xẩy ra, nếu Q' < Q, sông sẽ phá vỡ đê và kè, gây nguy cơ lụt các vùng bên sông, nhất là gây hại cho đô thị.

Nhằm giải quyết tốt khả năng gây hại của dòng sông, khi thiết kế cần cố gắng duy trì hoặc mô phỏng tối đa điều kiện tự nhiên. Người ta đã tổng kết các dự án nắn sông và thấy rằng trong phần lớn trường hợp, tốn kém nhiều hơn là ích lợi thu được. Ở Hoa Kỳ, nhiều dự án nắn dòng sông đã bị đình chỉ.

2. Đào kênh, mương

Kênh mương được đào nhằm dẫn nước tưới, giao thông, tháo khô đầm lầy, phân lũ, tiêu thoát nước thải đô thị.

Kênh mương nếu không được tính toán cẩn thận, sẽ bị bồi xói thất thường, gây hại cho nghề nuôi trồng thủy sản, làm thay đổi độ muối và nhiệt độ (thậm chí làm bẩn) các thủy vực nhận nước, gia tăng bùn lắng ở vùng nhận nước, giảm chất dinh dưỡng ở vùng bị tháo khô. Những thay đổi như vậy làm biến đổi mạnh hệ sinh thái ở các vùng đất ngập nước, có tác động xấu đến động thực vật hoang dại.

3. Đập và hồ nhân tạo

Không ai nghi ngờ gì về giá trị hữu dụng của đập: thủy điện, lưu trữ nước, kiểm soát lũ, nuôi cá, cải tạo khí hậu, nghỉ dưỡng và du lịch. Tuy nhiên hồ nhân tạo lợi nhiều thì hại cũng lắm.

- Bồi tích lòng hồ: Hồ nâng cao gốc xâm thực, giảm tốc độ dòng chảy phía thượng lưu, bồi tích được tích luỹ trong

lòng hồ làm cho hồ cạn dần. Ví dụ hồ Tarbla ở Pakistan là hồ lớn nhất thế giới khi nó được xây dựng, chỉ hoạt động được 50 năm. Hồ Anchicaya ở Colombia xây dựng năm 1955, chỉ 21 tháng sau đã giảm 51% sức chứa, 7 năm sau hồ mất khả năng chứa nước làm nhà máy thủy điện nhiều triệu đôla bị bỏ không. Hồ Shihmen ở Đài Loan dự định hoạt động 70 năm, nhưng chỉ sau 5 năm đã bị mất 45% sức chứa vì bồi tích. Hồ Nasser trên sông Nin (Ai Cập) bắt giữ 13 triệu m^3 bồi tích. Hồ Balringer ở Texas ở Mỹ năm 1993 còn sâu 10m, đến năm 1954 bị lấp đầy hoàn toàn.

- Xói mòn phía hạ lưu. Nước chảy qua đập trở nên trong hơn, làm sức xói mòn của nước tăng lên, gây xói lở bồi bãi phía hạ lưu đập. Lượng bồi tích hàng năm giảm đi, chất lượng nước tưới sút kém. Vùng cửa sông bị nước mặn xâm nhập. Thiếu vật liệu làm gạch ngói và cát xây dựng.

- Thay đổi mực nước ngầm. Mực nước ngầm dâng cao phía thượng lưu đập, trong khi đó lại hạ thấp ở phía hạ lưu. Ở phía thượng lưu hiện tượng trượt đất xảy ra nhiều hơn, trong khi đó phía hạ lưu, muối khoáng từ tầng nước ngầm dưới sâu theo nước mao quản di chuyển lên mặt đất, bốc hơi và gây khoáng hóa đất, khoáng hóa nguồn nước tưới, nhất là ở những vùng khô hạn.

- Thay đổi hoàn cảnh sinh thái: Thủy vực nước chảy biến thành thủy vực nước đứng khiến cho hệ sinh thái bị biến đổi, về cân bằng: thay đổi về pH, lượng chất dinh dưỡng tăng lên do chất hữu cơ bị phân hủy, dễ xuất hiện hiện tượng phú dưỡng (eutrophication), lượng oxy dần dần giảm, tăng các ion độc hại như sắt, mangan, sunphit. Đập còn là chướng

ngại không cho loài cá bơi lên thượng nguồn vào mùa sinh đẻ khiến những loài cá có thói quen này bị tuyệt chủng.

Hồ tù hãm là môi trường cư trú của muỗi sốt rét. Nhiều hồ là điều kiện lý tưởng của ấu trùng sán máng (Schistosomiasis). Trên thế giới có đến 300 triệu người mắc bệnh sán máng đều sống quanh các hồ nhân tạo ở vùng nhiệt đới. Ví dụ hồ Nasser (Ai Cập) làm cho 15 triệu người sống quanh hồ bị sán máng. Hồ cũng tạo điều kiện phát triển các bệnh khác như bệnh kí sinh Leichmaniasias, Ancylotomiasis (giun móc), Filariasis (giun chỉ).

- Động đất kích thích; ngay từ năm 1931, các nhà khoa học đã phát hiện thấy hồ nhân tạo có thể gây ra động đất. 0,3 % các hồ sâu trên 10m, 10% số hồ sâu trên 90m và 21% số hồ sâu trên 140m có thể gây động đất. Động đất được gây ra do dao động tải trọng của khối nước trong hồ. Đó là các rung động nhỏ cho đến động đất có M = 6,4. Ví dụ hồ Konya ở Ấn Độ được xây dựng năm 1962, đến 1967 đã gây ra trận động đất M = 6,3 giết hại 200 người, làm bị thương 1500 người và làm hư hại hàng nghìn ngôi nhà, kể cả trung tâm công nghiệp Bombay cách xa chấn tiêu 200 km cũng bị gây hại.

- Vỡ đập hoặc vô hiêu hóa đập. Đập có thể bị vỡ do nhiều nguyên nhân mà nhà thiết kế chưa tính đến. Ví dụ chỉ trong một trận động đất M = 7,8 năm 1968 ở Nhật đã có 93 con đập bị vỡ trong đó có 85 đập cao trên 10m. Sự thất thoát nước của hồ chứa qua các hang động karst chưa được biết, qua các khe nứt, qua hiện tượng xói ngầm nhiều khi làm hồ khô cạn, đập không còn tác dụng.

- Các tác động môi trường khác: Gia tăng ngập lụt vùng thượng lưu đập, lan toả bệnh sốt rét theo nước tưới, gây ngập úng kéo dài ở những vùng đất thấp phía hạ lưu, phải di

chuyển một lượng lớn dân cư ra khỏi vùng lòng hồ, tăng lượng bốc hơi và gây mưa ở vùng lân cận, tàng trữ CO_2 ở đáy hồ, CO_2 sẽ bùng thoát khi có dịp, gây ngạt cho người và gia súc quanh hồ.

4. Các công trình cải tạo vùng đất ngập nước ven biển

- *Các loại kè bờ biển*

Để chống xói lở, người ta thường xây dựng các kiểu kè biển khác nhau. Kè biển có tác dụng chống sóng vỗ trực tiếp.

+ Kè bờ (Seawall) là loại được thiết kế chắc chắn, dày, nghiêng dốc về phía biển hoặc thẳng đứng, thậm chí lõm, thường được xây bằng đá hộc và bê tông. Khi thủy triều lên, loại kè đứng có thể được dùng làm cầu tàu. Chỉ có loại kè dốc thoai thoải ra phía biển là chịu sóng tốt nhất, vì một phần năng lượng sóng đã bị triệt tiêu khi sóng bò lên kè bờ, mặt khác khách du lịch dễ tiếp cận với bãi biển ở chân kè, tuy nhiên loại kè này dễ bị sóng chờm qua. Do đó ở phần đỉnh của kè bờ người ta thường xây thêm một vách thẳng đứng để cản sóng. Mặt khác phần bãi phía sau kè được phủ bê tông để chống lại những con sóng cao chờm qua kè. Kè biển Đồ Sơn được thiết kế theo kiểu này.

+ Kè vách (Bulkhead). Đây là loại vách dựng đứng làm bằng thép, bê tông hay gỗ nhằm lưu giữ trầm tích ở đường bờ.

+ Lớp phủ bãi (Revetment): Là loại kè mỏng bằng đá hay bê tông phủ mặt bờ nhằm triệt tiêu năng lượng sóng, do đó thường được lát nghiêng, thoải và xù xì. Ở những đoạn bờ có sóng hay dòng chảy yếu, lớp phủ bãi rất có tác dụng cản sóng và không gây xói lở bãi biển. Ở những đoạn bờ có sóng to, sóng dễ chờm qua lớp phủ bãi gây xói lở phần bãi biển

phía trong, thậm chí phá tạn lớp phủ nếu lớp phủ chỉ gồm những tảng đá nhỏ xếp ghép vào nhau.

Cả ba loại kè biển trên đây tuy cản phá được sóng nhưng không triệt tiêu được năng lượng sóng. Khi sóng dội trở ra, chúng xói mòn ngay bãi biển phía dưới chân kè. Mặt khác những đoạn bờ biển không được kè ở lân cận, sẽ bị xói lở nhanh hơn, do động lực của sóng dồn về phía đó.

- *Kè luồng (Jetty)*

Kè luồng là một đôi kè dạng đập, hẹp, dài, song song với nhau. Giữa đôi kè này là luồng tầu. Nhiều khi Jetty là một kè đơn nếu phía đối diện là một bờ đá hay bờ biển đá cứng rắn đóng vai trò như một kè đối diện. Một đầu của Jetty được gắn vào bờ, đầu còn lại nhô ra phía biển theo hướng gần vuông góc với bờ. Chiều dài và góc cắm vào bờ của Jetty phụ thuộc vào hướng sóng ưu thế và dòng dọc bờ. Jetty được kết cấu bằng thép, gỗ, bê tông hay đá tảng. Jetty có hai tác dụng.

+ Chắn bồi tích do dòng dọc bờ mang đến

+ Thủy triều lên và xuống đều phải qua những Jetties, do luồng chảy hẹp nên tốc độ dòng triều tăng vọt lên, cuốn bay các bồi tích nằm trong luồng, làm luồng thông thoáng. Các bồi tích này được cuốn ra khỏi những Jetties và trầm đọng ở hai phía đầu luồng, tạo thành delta triều. Có delta triều lên nằm ở phía cảng và delts triều xuống nằm ở phía biển. Trong tự nhiên, các cửa biển hẹp dạng eo (ví dụ cửa Lục ở Hòn Gai, cửa Vịnh Cam Ranh) cũng có tác dụng như một kè luồng tự nhiên.

Do bồi tích dọc bờ bị cản lại, nên phía đón dòng dọc bờ của Jetty sẽ bị bồi nông, phía khuất dòng dọc bờ sẽ bị xói lở.

- *Mỏ hàn (Groin)*

Mỏ hàn là một kè dạng đập, đơn chiếc nằm gần vuông góc với bờ, một đầu gắn vào bờ, đầu còn lại nhô ra xa bờ. Cũng như Jetty, góc hợp với bờ của mỏ hàn và chiều dài của mỏ hàn do dòng dọc bờ và chế độ sóng quyết định. Mỏ hàn có tác dụng bẫy bồi tích của dòng dọc bờ. Phía đón dòng của mỏ hàn sẽ bồi tụ, phía khuất dòng sẽ bị xói lở. Do hiệu quả này mà mỏ hàn có tác dụng cố định bãi, giảm tốc độ dòng dọc bờ, mở rộng bãi, giảm thất thoát vật liệu bãi. Thường mỏ hàn có chiều dài khoảng 0,4 so với khoảng cách từ bờ đến đới sóng vỡ. Nếu mỏ hàn quá ngắn, bồi tích sẽ đi vòng qua. Nếu mỏ hàn quá dài bồi tích sẽ bị lôi cuốn ra, trầm đọng ở vùng nước sâu làm tài sản bãi bị tổn thất. Chiều cao của mỏ hàn cần không quá 1m tính từ mực triều cao nhất. Ở chỗ dòng ven bờ có tốc độ lớn, không nên xây mỏ hàn vuông góc với bờ mà tạo với hướng dòng chảy một góc từ (110^0 đến 120^0) để nâng cao độ an toàn. Để giảm hiệu ứng xói lở phần khuất dòng và tăng cường khả năng lưu giữ trầm tích, người ta thường xây một dãy liên tục nhiều mỏ hàn, gọi là trường mỏ hàn (groin field).

- *Rào cản sóng (Break water)*

Nhiều đoạn bờ biển có sóng to lại không có đảo che chắn nên không làm được cảng, không bảo vệ được tàu thuyền qua lại. Người ta buộc phải xây dựng rào cản sóng (RCS).

Đa phần RCS được xây bằng bê tông hay đá khối, tạo ra một cấu trúc vĩnh cửu. Nhiều trường hợp để tiết kiệm, người

ta làm loại rào cản sóng bằng cách kết nối các phao hoặc lốp xe ô tô cũ đã bỏ đi, kết lại thành bè và neo chặt với bờ biển hay đáy biển. Các lốp xe được neo ở vị trí đứng thẳng có một phần được nhô lên khỏi mặt nước, chứa đầy không khí. RCS bằng lốp xe hơi cũ có thể triệt tiêu đến 60% năng lượng sóng, giảm độ cao sóng đến 15m. Tuy việc xây dựng RCS bằng lốp xe có tận dụng được số lốp xe phế thải, nhưng chúng không thể có hiệu quả như loại RCS cố định bằng bê tông.

- *Đụn cát nhân tạo*

Đụn cát tự nhiên được gió vun lên, trở thành hàng phòng vệ tiền tiêu bảo vệ ruộng vườn và nhà cửa. Từ khi được gió vun lên cho đến khi đụn cát được cố định nhờ thực vật là một quãng thời gian lâu dài. Trong quãng thời gian đó, gió vẫn có thể thổi bay cát và xô đẩy đụn cát bò dần về phía ruộng vườn, khiến cho người ta phải tính đến khả năng phải xây dựng các bẫy cát nhân tạo để tạo lập các đụn cát được thực vật che phủ. Ở ven biển, những đụn cát đã cố định nhờ thực vật trở thành loại tài nguyên vô giá: ngăn gió bão, chống cát bay, tích trữ nước ngọt, tạo cảnh quan đẹp, là nguồn cung cấp gỗ củi ...

Để thiết lập đụn cát nhân tạo, lúc đầu người ta tạo các hàng rào bằng tre hoặc gỗ. Đã từng có hàng rào dài gần 1000 km được xây dựng ở Carolina Bắc, thuộc Hoa Kỳ. Lúc đầu rào được làm thấp, dích dắc hình chữ chi. Khi cát tích lại cao dần, hàng rào được kéo cao dần lên, đồng thời với việc trồng cây chắn gió.

- *Nuôi bãi*

Nuôi bãi biển là biện pháp tốt nhằm cung cấp lượng bồi tích bị thiếu hụt do xói lở bãi. Mặc dù tốn kém nhưng nuôi bãi đem lại nhiều lợi ích: mở rộng bãi cho mục đích nghỉ ngơi du lịch, chống xói lở bờ biển rẻ hơn việc xây kè biển, không gây phản ứng dây chuyền đòi hỏi chi phí quản lý lâu dài, tạo cảnh quan thẩm mỹ.

Việc nuôi bãi cần tính đến điều kiện thủy động lực để quyết định chiều cao và chiều rộng của bãi nhân tạo, cũng như kích thước và thành phần hạt vụn được cung cấp. Trường hợp lý tưởng là trầm tích dùng để nuôi bãi có độ hạt bằng hoặc nhỉnh hơn kích thước hạt trung bình của bãi ban đầu. Nhiều trường hợp người ta vét trầm tích tại chỗ, ở vùng nước sâu dưới gốc sóng để đổ lên bãi, khiến cho quá trình tái xói mòn bãi hoạt động trên cùng loại vật liệu. Chiều rộng của đỉnh bãi nhân tạo cần phải tính đủ cho hoạt động nghỉ ngơi du lịch cũng như triệt tiêu năng lượng sóng.

- *Quai đê*

Vùng đất ngập triều trong lịch sử loài người là vùng bị quai đê tàn bạo nhất. Tuy nhiên phải thấy rằng đó là nguồn tài nguyên vô giá, vì thế, tốt nhất là đừng xâm phạm. Vùng đất ngập triều có 5 chức năng tự nhiên đối với môi trường không có gì thay thế được:

+ Ngăn xói lở.

+ Bẫy bồi tích và chất dinh dưỡng từ lục địa tải ra, nhờ đó tạo ra sự cân bằng trầm tích và quỹ thức ăn cho động thực vật thủy sinh.

+ Nơi cư trú, nơi đẻ của nhiều loại động vật biển.

+ Là hệ sinh thái có năng suất sinh học cao với nhiều loài thủy sản, hải sản có giá trị.

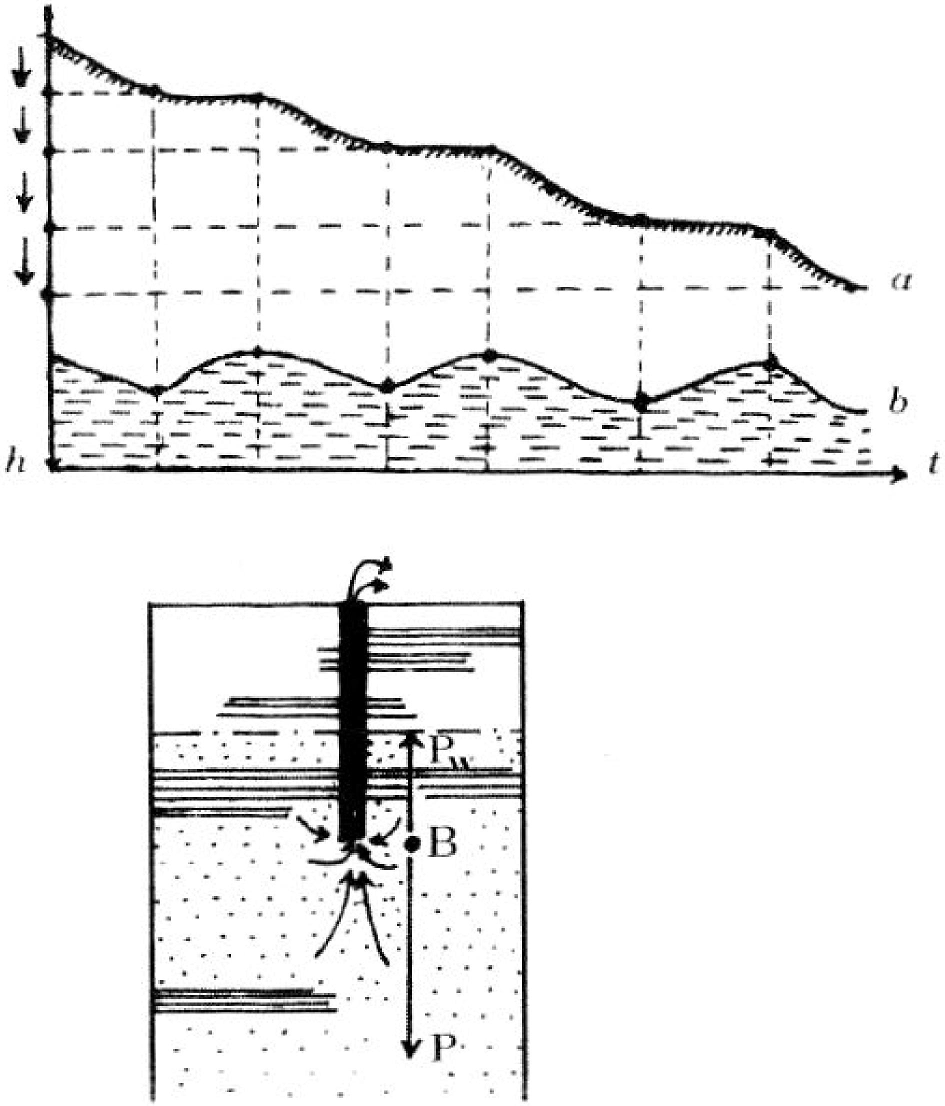
+ Là nơi nghỉ dưỡng và du lịch.

Quai đê vùng đất ngập triều, dù mang lại lợi ích lớn lao cho chủ sở hữu, nhưng rõ ràng Quốc gia và cộng đồng bị nghèo đi.

5. Bơm hút nước ngầm

Đa phần các đô thị và khu công nghiệp thoả mãn nhu cầu nước sạch của mình bằng bơm hút nước ngầm. Tai hại lớn nhất đối với môi trường xảy ra khi bơm hút quá sức tự phục hồi của bồn nước ngầm. Điều này dễ thấy vì nó phản ánh qua việc hạ thấp mực nước khi bơm hút. Khi mực nước ngầm bị hạ thấp, các lớp trầm tích chứa nước (nhất là loại hạt mịn) bị nén chặt và giảm thể tích, gây ra hiệu ứng lún bề mặt. Hiện tượng nén chặt xuất hiện ngay khi mặt nước ngầm bị hạ thấp và chấm dứt khi mặt nước ngầm dâng cao. Điều tai hại là quá trình nén chặt là quá trình không thuận nghịch, nghĩa là một khi hiện tượng nén chặt đã xảy ra thì dù nước ngầm có dâng cao trở lại cũng không làm lớp trầm tích bị nén chặt trở nên trương nở trở lại. Sự hạ lún mặt đất có thể chấm dứt nhưng mặt đất không thể được nâng cao trở lại như cũ.

Cơ chế nén chặt các lớp trầm tích trong bồn nước ngầm diễn ra như sau (hình 6)



Hình 6. Tương quan giữa sự giao động mực nước ngầm (b) và sự lún mặt đất (a) do bơm hút nước ngầm

h - là độ sâu, t - thời gian bơm hút

Xét một điểm B trong bồn nước ngầm. Ở điều kiện ban đầu, B chịu một áp lực địa tĩnh P gây ra do tải trọng đất đá nén từ trên xuống dưới và áp lực thủy tĩnh Pw hướng từ dưới lên trên. Pw chính là chiều cao của cột nước đè lên B. B ở trạng thái ban đầu sẽ chịu một ứng suất hữu hiệu Pe_1 hướng từ trên xuống.

$$Pe_1 = P - Pw$$

Pe_1 tạo cho vỉa B có độ lỗ rỗng và mật độ tương ứng. Do bơm hút nước ngầm, mực nước ngầm hạ thấp, áp lực thủy tĩnh giảm từ Pw đến Pw' trong khi áp lực địa tĩnh P giữ nguyên. Khi đó B chịu một ứng suất hữu hiệu Pe_2

$$Pe_2 = P - Pw'$$

$$Pe_2 > Pe_1$$

Do Pe_2 tăng lên, lớp B bị nén và co giảm thể tích bằng cách giảm độ lỗ hổng và sắp xếp lại các hạt chặt sít hơn. Các lớp càng ở phía dưới càng bị nén mạnh hơn và co ngót thể tích trước tiên.

Sự lún thành phố do bơm hút nước ngầm là một quá trình tai biến vì nó xảy ra với tốc độ nhanh hơn tốc độ sụt hạ kiến tạo (ngay cả ở vùng hạ kiến tạo mạnh nhất). Ví dụ: khu vực Pháp Vân Hà Nội, tốc độ sụt lún kiến tạo khoảng 5mm/năm, trong khi sụt lún do bơm hút nước ngầm là 32mm/năm.

6. Chăn thả gia súc quá mức và canh tác không thích hợp

Hoạt động canh tác nông nghiệp và chăn thả gia súc đã góp phần làm suy thoái tài nguyên đất, gia tăng bồi tích. Ví dụ ở thung lũng các sông Tigris và Euphrate (Tiểu Á), hoạt động này đã làm xuất hiện một vùng bồi tụ rộng $320km^2$ ở cửa sông. Năm 1974, ở vịnh Bengan đã xuất hiện một đảo cửa sông khổng lồ - $103.000km^2$ - hình thành từ bồi tích của các sông Hằng và Brahamaputra, hậu quả của việc tàn phá 75% diện tích rừng của Ấn Độ trong vòng vài chục năm. Ở Nepan, một vương quốc trên sườn dãy Himalaya, có những vùng rộng lớn với lớp đất mặt chưa dày đến 3cm. Hàng năm,

vào kỳ mưa lũ, có đến 100 triệu tấn bồi tích được thành tạo. Nhiều thành phố không đủ gỗ để làm áo quan người chết. thiếu đói xảy ra do đất bị xói mòn quá nhanh trong 3 năm 1971 - 1974.

Đất nhiệt đới là loại cực kỳ dễ bị xói mòn và rửa trôi do hoạt động canh tác. Độ phì trong đất nhiệt đới chủ yếu nằm trong lớp mùn thực vật (vì chất khoáng vô cơ đã nhanh chóng bị rửa trôi). Đất đơn thuần chỉ là môi trường hỗ trợ cho bộ rễ. Khi thảm rừng bị phá hoại, nhiệt độ đất tăng lên làm gia tăng quá trình phá hủy hóa học và sinh học của lớp mùn, sau đó mưa lũ đã dọn đi sạch.

Canh tác nương rẫy theo lối du canh là hoạt động phá hoại đất mạnh nhất ở châu Phi, Mỹ latinh, châu Úc, và nhiều vùng ở Đông Nam Á. Đa phần vùng đất sau 4 năm đốt nương làm rẫy đều bị nghèo kiệt và đều bị bỏ hoang. Để khôi phục trạng thái gần như ban đầu, ít nhất phải mất 20 năm, thậm chí không thể khôi phục được.

Việc chăn thả đàn gia súc quá đông cũng góp phần làm suy thoái tài nguyên đất, nhất là ở những vùng khô hạn. Thực vật ở đây nghèo nàn, chủ yếu là cây bụi và trảng cỏ, rất khó mới tồn tại chứ chưa nói là phát triển. Người ta hay nuôi dê trong những vùng cằn cỗi. Dê là loại gia súc ở xứ nghèo, và chúng có thể ăn đủ loại thức ăn tạp mà các gia súc khác không nuốt nổi. Ví dụ chúng ăn cả cây thuốc lá, nhiều loại xương rồng gai góc và cả một số loại đậu ván có độc tính. Dê leo núi rất giỏi để kiếm thức ăn, ít phải đầu tư chuồng trại, tốc độ sinh trưởng lại cao. Với các đàn gia súc phàm ăn hay chạy như dê thì các vùng khô hạn chỉ còn sót lại các cây cằn cỗi, thưa thớt, nhanh chóng bị xói mòn do gió hoặc do nước.

7. Đường giao thông cơ giới

Các đường giao thông cơ giới có thể được thiết kế hoà hợp với môi trường bằng cách cố gắng thoả mãn các tiêu chuẩn sau đây:

+ Trong quá trình xây dựng, giảm tối thiểu các thiệt hại đến cảnh quan...

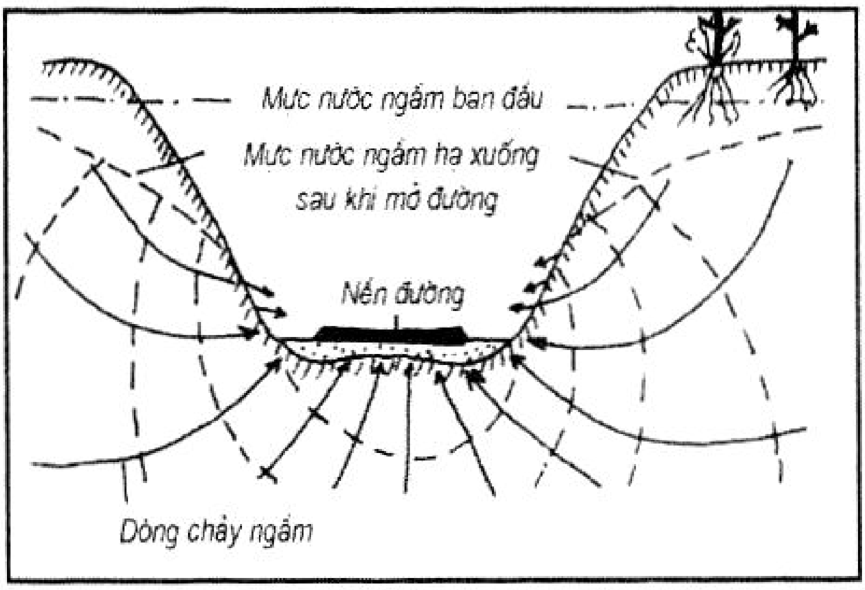
+ Sử dụng tối đa các cấu kiện chế tạo sẵn.

+ Duy trì các cảnh quan thẩm mỹ của tuyến đường.

+ Tránh mở đường lấn vào hoặc tôn cao đường gần dòng suối, hoặc dòng sông.

Đường giao thông cơ giới gây ra những biến đổi dây chuyền trong lĩnh vực kinh tế, xã hội và môi trường. Riêng về mặt môi trường, đường giao thông cơ giới gây ra những tác động sau:

- Can thiệp vào hệ thống nước ngầm (hình 7)



Hình 7. Sự can thiệp của đường ô tô vào hệ thống nước ngầm

Ở chỗ đường ô tô cắt vào gương nước ngầm, nước ngầm chảy theo rãnh ven đường. Hàng loạt chỗ mạch nước rò rỉ

xuất hiện trên ta luy đường, làm mực nước ngầm ở chỗ bị rò rỉ bị hạ thấp. Phần bồn nước ngầm phía dưới do bị cắt nguồn cung cấp cạn kiệt dần. Quá trình giảm mực nước ngầm dần dần sẽ lan toả, gây ảnh hưởng đến đời sống của sinh vật hoang dại.

- Độ ổn định của sườn dốc. Ta luy đường thường dốc và không ổn định, cùng với sự xuất lộ các mạch nước ngầm là hai yếu tố thúc đẩy quá trình trượt lở. Quá trình gia tăng nếu ở phần ta luy đường về phía đỉnh núi có một số đất đá có tính thấm cao.

- Hoạt động xói mòn, trượt lở, xói ngầm và rửa trôi gia tăng, tạo ra các loại trầm tích nhiều loại kích cỡ, bị lôi cuốn và trầm đọng ở những chỗ không mong đợi (mặt đường, ruộng vườn, suối), làm thay đổi cảnh quan, thay đổi điều kiện dòng chảy, tăng cường lũ lụt, gây nhiễm bẩn các nguồn cung cấp nước sạch.

- Tạo ra nước axit. Việc mở đường có thể làm bộc lộ lên mặt đất các khoáng vật sulfua, sulfit,... Chúng dễ dàng bị oxy hóa và hydrat hóa để giải phóng ion H^+, làm xuất hiện nước axit.

Ví dụ:

$$FeS_2 + 7/2O_2 + H_2O \rightarrow Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2H^+$$

$$FeSO_4 + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + 2H^+ + SO_4^{-2}$$

$$Fe(OH)_2 + H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + H^+$$

8. Xe dã ngoại

Xe dã ngoại là loại xe cơ giới không cần đường (xe môtô, ôtô, xe xích). Các loại xe này khi vận hành thường cày xới

mặt đất, phá nát thảm thực vật, tạo ra khe rãnh trên mặt đất, vì vậy đặc biệt gây tác hại trong các khu vực khí hậu khô nóng. Ở khu vực khí hậu này tốc độ tạo đất cực kỳ chậm chạp: 1cm trong vòng 250-300 năm. Thực vật thưa thớt và chậm phát triển. sau khi xe dã ngoại phá nát kết cấu của tầng đất mặt, gió và các dòng nước tạm thời gia tăng hoạt động xói mòn. Trầm tích được bốc đi xa, tải xuống các vùng khác, gây thiệt hại cho hệ sinh thái.

Ở Hoa Kỳ, kể từ năm 1968 đến nay, xe dã ngoại phá hủy cảnh quan bằng chừng 50% tác hại của hoạt động khai mỏ. Tác hại đặc biệt lớn ở vùng cồn cát ven biển. Tiếng ồn do xe dã ngoại gây ra ở California làm động vật hoang dã giảm sút 60% đến 90%.

9. Tràn dầu trên biển

Tràn dầu trên biển được gây ra do sự cố dàn khoan, tai nạn tàu chở dầu, xúc rửa tàu chở dầu... Dầu loang trên biển nhanh chóng lan toả, mỏng dần, theo thời gian dầu có thể bị phân hủy (nhưng rất lâu dài), bay hơi. Tác hại chính của dầu loang là gây hại cho sinh vật phù du sống trôi nổi trên mặt nước, dầu bao lấy các cá thể sinh vật phù du, làm chúng mất khả năng hô hấp, ngấm vào tế bào gây nhiễm độc. Phù du bị nhiễm độc sau đó gây độc cho sinh vật biển dùng chúng làm thức ăn.

Chim biển bị chết hàng loạt do ăn phải cá bị nhiễm độc, lông chim bị bết dầu, mất khả năng giữ ấm làm cho chúng bị chết rét.

Dầu loang tràn vào các bãi tắm du lịch, gây thiệt hại lớn cho ngành du lịch và nghỉ dưỡng.

Trong trường hợp lắng xuống đáy nhờ kết tủa, dầu tiếp tục gây hại cho sinh vật bám đáy, giết hại các cá thể non và gây hại cho người qua chuỗi thức ăn.

10. Khai thác mỏ và bãi thải mỏ

Do hàm lượng của các loại hình khoáng sản đủ để khai thác công nghiệp thường không lớn, mặt khác do sự phát triển của trình độ kỹ thuật khai thác ngày càng tinh xảo nên quặng được khai thác không cần phải là loại có hàm lượng cao, vì thế lượng đất đá thải bỏ trong khâu khai thác và tuyển quặng ngày càng nhiều. Ví dụ ở mỏ than Quảng Ninh, trung bình để lấy một tấn than người ta phải bỏ chừng 6 tấn đất đá. Đến năm 1988, Quảng Ninh đã tạo ra được 651 triệu tấn đất đá thải. Chất thải trong kỹ nghệ khai thác kim loại quý hiếm lại càng nhiều (ví dụ 1 tấn quặng vàng chỉ thu được 2 đến 5 gam vàng). Tác hại môi trường hàng đầu của công nghiệp mỏ là phá hoại cảnh quan. Các bãi thải mỏ là nguồn ô nhiễm trầm trọng, lại không ổn định, dễ bị sụt lở, làm tắc nghẽn dòng chảy, gây lũ lụt. Một khối lượng lớn khí thải, bụi, nước bẩn, nước axit, thậm chí chất phóng xạ cũng được tạo ra hoặc tập trung lại ở những chỗ không thuận lợi. Ở Hoa Kỳ người ta tính được chi phí khôi phục môi trường cho 1 mẫu Anh (khoảng 0,4ha) vùng mỏ than là từ 20 đến 2500 USD.

Ngay cả khi các mỏ ngừng khai thác, việc ô nhiễm môi trường cũng vẫn tiếp diễn trong một thời gian rất dài. Nước ô nhiễm có thể lan toả rất xa trong các bồn nước ngầm và nước mặt. Nhiều khu khai thác không có hoặc không còn tài liệu thiết kế nên rất khó thi hành công tác khôi phục môi trường.

Tuyển quặng bằng phương pháp nung luyện thải vào không khí khói lưu huỳnh và kim loại, khói này có thể lan toả rất xa. Kim loại được thải vào môi trường gây tác hại cho thực vật. Trên các bãi mỏ, một thời gian rất dài cây cối vẫn không mọc lại được. Phân bón lót lúc đầu nhanh chóng bị tản mát xuống các tầng sâu hơn làm cho chi phí trồng lại cây rất tốn kém.

Các bãi thải mỏ than còn có hai đặc tính rất nguy hiểm:

+ Tạo ra nước thải có tính axit rất cao (pH = 2,5 đến 3,5) giết chết các cây cối và động vật thủy sinh. Tính axit của nước thải mỏ than được tạo ra nhờ phản ứng oxy hóa và thủy phân pirit với sản phẩm được tạo ra là $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, H^+ và SO_4^{-2}. Hydroxit Fe làm cho nước thải có màu vàng đỏ.

+ Cháy bãi thải. Quá trình tự cháy của than đá và khoáng vật FeS_2 trong các đống than được khai thác, hoặc trong các bãi thải đất đá diễn ra theo trình tự sau:

Nhiệt độ	***Hiện tượng***
20^0C	Chừng 90% lượng oxy trong không khí bị hấp thụ để oxy hóa than, toả khí bãi thải gồm: ít hơn 0,005% oxy, 0 - 10% CH_4, 2 - 10% CO_2, 2 - 10% N_2.
100^0C	Tăng cường oxy hóa, xuất hiện CO.
200^0C	Tăng cường phả khí nóng có chứa CH_4, CO, CO_2, C_2H_6, C_4H_8, H_2S.
300^0C	Than đá bị nóng chảy.
450^0C	Nước trong đất đá bị tiêu thụ hết, đất đá thải khô và nóng chảy.
500^0C	Phát xả các luồng khí nóng có $(NH_4)_2SO_4$, NH_4Cl, NH_3, CO_2, CO, SO_2, H_2S, N_2

600^0C	Phá hủy khoáng vật mica.
800^0C	Khoáng vật sét bị thiêu kết thành gạch.

Do bãi thải mỏ than có kích thước đồ sộ vì bao gồm chất thải từ khai thác và sàng tuyển có khi cao hàng trăm mét, dài hàng km, dù hàm lượng than và pirit lẫn trong bãi thải không cao, dù quá trình oxy hóa có chậm chạp, nhiệt thải ra cũng được tích luỹ lại ngày càng lớn. Bãi thải biến thành một khu vực rất khô và rất nóng, không ngừng phát xả khí độc. Khi bãi thải sụt lở, sẽ xuất hiện các đám mây bụi độc hại nóng bỏng, gây cháy trên đường di chuyển. Ngoài ra, cháy nổ các hầm lò khai thác than cũng là hiện tượng hay gặp.

11. Hầm giao thông

Hầm giao thông thường dò rỉ nước nên chi phí lát chống thấm rất cao, thông thường chiếm đến 25% kinh phí xây dựng hầm. Do chấn động giao thông, hầm luôn luôn phải được bảo dưỡng cẩn thận để phòng tránh sụt lở. Hầm giao thông can thiệp thô bạo vào hệ thống nước ngầm, làm thay đổi vi khí hậu trong các thung lũng mà hầm chạy qua, gây ô nhiễm tiếng ồn (rất có hại cho động vật hoang dại vốn ưa yên tĩnh). Do những tác động xấu đó, hầm giao thông chỉ được xây dựng khi nó mang lại hiệu quả kinh tế - xã hội cao (giảm đáng kể thời gian giao thông và tai nạn giao thông, kết hợp kinh tế với quốc phòng, tăng cường giao lưu văn hóa và thương mại v.v...).

12. Xả thải

Hoạt động xả thải có lẽ là động lực nhân sinh gây suy thoái môi trường đáng kể nhất. Sản xuất là nguồn xả thải

chính: theo Ngân hàng thế giới (1992), cứ tạo ra 1 tỷ USD-GDP sẽ thải ra 5000 tấn rác công nghiệp. Mỗi năm, việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch xả vào khí quyển 7,2 tỷ tấn CO_2, hoặc 1,2 tấn CO_2/ đầu người. Mỗi ngày một người ở các nước đang phát triển xả ra 0,5 kg rác, một người ở các nước công nghiệp xả ra trung bình 2,5 kg rác. Tính trung bình nhân loại (1996) xả ra chừng 5 triệu tấn rác/ ngày, hoặc chừng 2 tỷ tấn rác/ năm (đây mới chỉ là nói đến rác sinh hoạt).

Động lực nhân sinh là tác nhân đáng kể làm ô nhiễm môi trường địa chất, từ đó gây hại cho sức khoẻ con người. Vấn đề này sẽ được trình bày kỹ trong chương 5 "Địa chất y học".

Chương III

TAI BIẾN ĐỊA CHẤT

I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ TAI BIẾN VÀ SỰ CỐ MÔI TRƯỜNG

Tai biến môi trường là quá trình nguy hiểm và gây hại cho con người đang vận hành tiềm tàng trong các hệ thống môi trường nhưng chưa vượt qua ngưỡng an toàn của hệ thống. Thực ra các hệ thống tự nhiên bao giờ cũng an toàn tự thân, vì nếu chúng không tồn tại ở dạng này cũng sẽ phải tồn tại ở dạng khác. Lịch sử trái đất 4,5 tỷ năm đã có hàng tỷ trận động đất hay phun trào núi lửa, cùng một số lượng không tính xuể các trận lũ lụt và hạn hán, nhưng trái đất vẫn tạo lập lại sự cân bằng mới như nó vốn có.

Do đó, nói đến tính nguy hiểm, tính gây hại và tính an toàn trong khái niệm tai biến môi trường là nói về tác động xấu đến tính mạng và tài sản của con người. Nói đến tai biến chỉ là nói đến sự an toàn của xã hội và con người. Ở đâu chưa có con người, ở đấy chỉ có các quá trình tự nhiên mà không có tai biến môi trường.

Khi các quá trình tai biến vượt quá ngưỡng an toàn (đối với con người) thì nó trở thành thiên tai hoặc sự cố môi trường. Là thiên tai nếu sự thiệt hại gây ra do quá trình tự

nhiên, là sự cố nếu thiệt hại được gây ra do chính con người. Tuy nhiên phân biệt thiên tai hay sự cố cũng chỉ là tương đối, vì nhiều khi thiệt hại được gây ra do hỗn hợp hai nguyên nhân: tự nhiên và nhân tạo. Ví dụ một trận động đất gây vỡ đập nước, có thể coi lí do để vỡ đập (và lũ cuốn tràn theo do thoát nước nhanh từ hồ chứa) là thiên tai. Nhưng sẽ khó phản bác ý kiến cho rằng nếu như khi xây đập, người ta đã tính đủ đến động đất và gia cố đập theo tiêu chuẩn an toàn cao thì dù có động đất cũng không thể vỡ. Trong trường hợp này vỡ đập là do con người chứ không phải do thiên nhiên. Cũng sẽ lại có ý kiến thứ ba cho rằng vỡ đập vừa là do thiên nhiên vừa là do con người làm ẩu, và do đó vỡ đập nước là loại tai biến hỗn hợp.

Thiên tai hoặc sự cố môi trường gây thiệt hại nghiêm trọng, được gọi là thảm hoạ môi trường. Động đất ở Cô Bê (Nhật Bản), vụ nổ vỡ nhà máy điện hạt nhân Tchernobyn (Ucraina) hay cháy rừng ở Indonesia (1997) đều có thể coi là thảm hoạ môi trường.

Tai biến môi trường bao giờ cũng là quá trình tác động trên một diện tích rộng lớn hơn và trong khoảng thời gian lâu dài hơn sự cố môi trường.

Ứng xử, giảm thiểu thiệt hại do sự cố môi trường gây ra đòi hỏi hai khả năng: dự báo và ứng xử nhằm giảm thiệt hại do sự cố gây ra..

- Để dự báo được tai biến cần phải có các điều kiện sau đây:

- Có tập hợp các tài liệu thực tế và lịch sử về các loại tai biến và sự cố cần dự báo.
- Có một hệ thống quan trắc và kiểm soát.

- Có hiểu biết tường tận về loại tai biến cần dự báo.
- Có quy tắc dự báo.

- Để giảm thiểu thiệt hại do sự cố, cần có những hành động có ý thức trong lĩnh vực lựa chọn của cá nhân và cộng đồng, trong đó có sự tham gia của các nhà khoa học, các nhà ra quyết định, hành động giảm thiểu gồm ba hợp phần:

- Làm biến đổi các nguyên nhân gây ra sự cố thông qua sự can thiệp của con người vào các quá trình tai biến.
- Làm giảm các thiệt hại của sự cố.
- Phân bố mỏng thiệt hại do sự cố tạo ra lên một cộng đồng lớn hơn nhóm người bị thiệt hại thông qua các hình thức bảo hiểm.

Hoạt động giảm thiểu thiệt hại của tai biến ít khi là hoạt động của các cá nhân riêng lẻ, mà thường là của cả cộng đồng. Do đó thông tin về tai biến là hết sức quan trọng đối với sự lựa chọn của cộng đồng. Cộng đồng có quyền được thông tin để quyết định lấy hành động của mình.

II. TAI BIẾN ĐỊA CHẤT

1. Định nghĩa

Theo Sở Địa chất Hoa Kỳ (Smith, 1996), tai biến địa chất là: "*một điều kiện, một quá trình địa chất gây nguy hiểm, đe doạ đến sức khoẻ con người, tài sản công dân, chức năng hay kinh tế một cộng đồng*".

Điều kiện địa chất gây nguy hiểm có thể là: một sườn dốc có tiềm năng sụt lở, một thung lũng có tích luỹ phóng xạ

cao... Quá trình địa chất gây nguy hiểm có thể là quá trình tập trung ứng suất động đất, quá trình xói mòn đất...

Cần phân biệt rõ tai biến địa chất không hoàn toàn đồng nghĩa với tai biến xảy ra trong môi trường địa chất. Ví dụ bão lụt, hạn hán vẫn xảy ra trong phạm vi môi trường địa chất, nhưng lại do điều kiện hay quá trình khí quyển tạo ra. Chỉ những tai biến nào do điều kiện hay quá trình địa chất gây ra mới gọi là tai biến địa chất.

2. Phân loại tai biến địa chất

Có nhiều cách phân loại tai biến địa chất phụ thuộc vào mục đích sử dụng của các hệ thống phân loại.

- Phân loại theo nguồn gốc. Như trên đã đề cập, tai biến có thể được phân chia thành các loại tai biến tự nhiên, tai biến nhân tạo hoặc tai biến hỗn hợp. Cách phân loại ngày càng tỏ ra thiếu chính xác vì nó tách bạch hành động phát triển ra khỏi điều kiện hay đối tượng chịu tác động của hành động phát triển. Nếu không phân tích thấu đáo, một tai biến thoạt nhìn có nguồn gốc tự nhiên (ví dụ lụt) nhưng lại có quan hệ trực tiếp đến hoạt động của con người (chặt phá rừng đầu nguồn, không tu bổ bảo dưỡng đê điều, không trục vớt các trướng ngại vật bị chìm đắm dưới lòng sông...). Ngược lại một tai biến khác tưởng chừng có nguồn gốc kĩ thuật (ví dụ nứt đập), nhưng có thể là do các quá trình tự nhiên (sự trượt êm của đứt gãy). Cách phân loại tai biến theo nguồn gốc chỉ thích hợp cho việc đơn giản các thông tin tai biến, dễ hiểu, phù hợp với trình độ của đa số dân chúng.

- Phân loại theo cơ chế vận hành của tai biến. Theo cách phân loại này, người ta chia tai biến làm hai loại:

- Loại xảy ra đột ngột, nhanh, dữ dội và kết thúc nhanh chóng (phun núi lửa, động đất, lũ quét...) tạm gọi là tai biến cấp diễn.

- Loại xảy ra từ từ, chậm chạp, không quan sát được, dai dẳng trường kỳ (sự dâng cao mực nước biển, sự suy thoái đất do bóc mòn rửa trôi, sự thiếu hụt iôt trong môi trường) tạm gọi là tai biến trường diễn. Cách phân loại này phù hợp với việc ứng xử tai biến, giảm tối thiểu thiệt hại do tai biến.

- Phân loại theo động lực của quá trình tai biến địa chất. Tai biến được chia theo động lực vận hành gồm:

- Tai biến địa động lực (bao gồm địa động lực nội sinh, ngoại sinh và nhân sinh).

- Tai biến sinh địa hóa liên quan đến sự tích luỹ ngoài ngưỡng sinh thái của các nguyên tố hay hợp chất trong môi trường có ảnh hưởng xấu đến sức khoẻ cộng đồng. Tai biến loại này bao giờ cũng là tai biến trường diễn.

Sự tích luỹ các chất gây hại trong môi trường được gọi là quá trình ô nhiễm môi trường địa chất. Đó có thể là quá trình ô nhiễm tự nhiên hoặc ô nhiễm nhân tạo (do xả thải). Trong chương này, các tai biến địa động lực được chọn lọc và xem xét chi tiết. Những tác động có hại cho sức khoẻ con người của các chất ô nhiễm trong môi trường địa chất được xét riêng trong chương 4: Địa chất y học.

3. Rủi ro

Rủi ro (risk) được một số nhà nghiên cứu coi là đồng nghĩa của tai biến (hazard). Trong tiếng Pháp, tai biến hay rủi ro đều được diễn ra bằng một từ (risque). Tuy nhiên, sự

vơ đũa cả nắm này chỉ làm rắc rối thêm cho việc ứng xử. Thực ra cần phải hiểu risk là sự lượng giá thiệt hại của tai biến thông qua đánh giá xác suất xảy ra sự cố. Smith (1996) định nghĩa "risk là sự phơi bày các giá trị (tài sản, tính mạng) của con người trước tai biến và thường được coi là tổ hợp giữa xác suất (xảy ra sự cố) và mất mát " và "do đó, chúng ta có thể xác định tai biến (hazard) là nguyên nhân, là sự đe doạ tiềm tàng đến tính mạng và tài sản của con người, còn rủi ro (risk) là hậu quả dự báo về các thiệt hại một khi sự cố xảy ra do một quá trình tai biến nào đấy".

Sở Địa chất Hoa Kỳ tính rủi ro bằng phương trình rủi ro:

$$R = f(Pc \times Cv)$$

Trong đó:

- R: Rủi ro tính bằng tiền
- Pc: Xác suất xảy ra sự cố trong thời gian một năm
- Cv: Thiệt hại do sự cố gây ra.

Ví dụ một trận động đất 6 độ richter có thể gây ra vỡ một đập nước (gây thiệt hại tổng hợp khoảng 3.000 tỷ đồng) với xác suất vỡ đập là 1/10.000.000; Động đất cũng còn có thể san phẳng một khu nhà (gây thiệt hại tổng hợp khoảng 5 tỷ đồng) với xác suất phá hủy khu nhà là 50%. Ta sẽ có hai giá trị rủi ro động đất như sau (giả sử các hệ số khác bằng 1)

R1 (vỡ đập) = 300.000đ

R2 (phá hủy khu nhà) = 2.500.000đ

Phân tích rủi ro cho cơ sở để so sánh mức độ gây hại của các tai biến nhằm lựa chọn ưu tiên. Trong ví dụ trên, ưu tiên gia cố kháng chấn sẽ dành cho khu nhà (rủi ro cao hơn).

III. CÁC TAI BIẾN ĐỊA CHẤT ĐỘNG LỰC

1. Động đất

1.1 Khái niệm chung

Hàng năm trên trái đất xảy ra hàng trăm ngàn trận động đất lớn nhỏ. Phần lớn các trận động đất này không gây ra sự cố đáng kể, trong số đó chỉ có khoảng 10 - 20 trận gây thiệt hại và chỉ có 1 - 2 trận gây thảm hoạ hoặc thiệt hại lớn. Trong thế kỷ 20, chừng 1 triệu người đã thiệt thân do động đất.

Động đất có thể được gây ra do các vụ nổ hạt nhân trong lòng đất, do va đập của thiên thạch vào mặt đất, do sụp đổ hang động ngầm và do kiến tạo. Chỉ có động đất do vận động kiến tạo là hay xảy ra và thường là nhóm hay gây thảm hoạ.

Có 3 nhóm chính của động đất do kiến tạo:

- Động đất sinh ra do hoạt động phun trào núi lửa. Loại này thường là động đất yếu, được gây ra do sự cọ sát dung thể macma lỏng chảy vào thành họng núi lửa khi dung thể này xuyên lên, chuẩn bị cho một đợt phun trào.

- Động đất tâm sâu (hàng trăm kilômét) liên quan đến các đới hút chìm - một loại ranh giới mảng. Loại này tuy có năng lượng chấn tiêu lớn nhưng vì ở rất sâu nên không gây thiệt hại lớn.

- Động đất tâm nông (trên 25km) liên quan đến hoạt động biến vị nội mảng, thường xảy ra do hoạt động đứt gãy.

Loại này là động đất phổ biến trên lục địa và là nhóm gây tai biến động đất chủ yếu.

Chúng ta sẽ phân tích kỹ loại động đất tâm nông do hoạt động đứt gãy tạo ra, vì đó là loại động đất chủ yếu trên lãnh thổ Việt Nam.

Tai biến động đất có khả năng gây thiệt hại lớn, đột ngột trong một vài phút, hầu như rất ít khả năng dự báo trước. Những đặc điểm này làm cho động đất khác hẳn các tai biến địa chất khác. Động đất đặc trưng bằng ba đại lượng: M, I và H.

- *M (Magnitude)* là năng lượng chấn tiêu, thoát ra ở tâm động đất, được đo bằng độ richter do Richter, C. F. đề xuất năm 1935. Về mặt lí thuyết thang gồm 10 bậc nhưng trên thực tế, các trận động đất nhỏ nhất là -3M, còn lớn nhất là 8,9M. Thang này được xây dựng trên hàm logarit nên năng lượng của cấp sau lớn hơn cấp trước 30 lần và biên độ dao động lớn hơn 10 lần. Ví dụ động đất 8,8M không phải lớn gấp đôi động đất 4,4M mà năng lượng tạo ra lớn hơn 1 triệu lần, dao động lớn hơn 10.000 lần. Con người bắt đầu cảm nhận được động đất từ 2M. Động đất gây tai biến kể từ 5M, gây tai biến nghiêm trọng cho vùng dân cư kể từ 6M. M còn gọi là độ hay cường độ động đất.

- *I (Chấn cấp)* là tác động (phá hoại hoặc gây cảm giác) do một trận động đất tạo ra trong vùng chấn động. Có nhiều kiểu thang chấn cấp. Ở Việt Nam hay dùng thang Mercelli sửa đổi (MSK) gồm 12 cấp (từ cấp I đến cấp XII).

- Cấp 1: Chỉ có máy ghi địa chấn mới biết được.

- Cấp 2: Rất yếu, chỉ một số người rất nhạy cảm ở trạng thái yên tĩnh mới nhận thấy.

- Cấp 3: Yếu, ít người nhận thấy, biểu hiện của nó tựa như tiếng động cơ của xe cộ chạy qua.

- Cấp 4: Vừa phải, số ít người ngoài đường và nhiều người trong nhà đều nhận thấy, bát đĩa va chạm nhẹ và cửa kính rung chuyển, có tiếng cọt kẹt ở cửa và sàn.

- Cấp 5: Khá mạnh, nhiều người đi lại và làm việc đều nhận thấy, nhà cửa rung động tựa như có những đồ vật nặng bị đổ, ghế và giường rung động.

- Cấp 6: Mạnh, mọi người đều biết, nhiều người chạy ra đường, tranh ảnh và sách vở bị rơi, bát đĩa đổ vỡ, thấy hiện ra những vết rạn nứt trên lớp vữa của tường vôi.

- Cấp7: Rất mạnh. Đồ đạc đổ lổng chổng ở trong nhà, có những khe nứt nhẹ ở trong tường, từng mảng vôi vữa bị rơi. Một số nhà ọp ẹp bị sụp đổ.

- Cấp 8: Phá hoại. Nhà cửa bị tổn hại lớn, có nhiều khe nứt rộng trên tường, một số tường và tất cả các ống khói và tháp đều sụp đổ.

- Cấp 9: Tàn phá. Nhà cửa bằng bê tông bị thiệt hại nặng; một số bị sập.

- Cấp 10: Tai hoạ. Đất trượt, đất lở, khe nứt hiện ra trong vỏ trái đất, phần lớn các nhà nhẹ bằng bê tông bị phá hủy.

- Cấp 11: Thảm hoạ. Khe nứt rộng hiện ra trong vỏ trái đất. Rất nhiều hiện tượng đất trượt, đất lở, phần lớn các cầu và nhà bằng gỗ bị đổ.

- Cấp 12: Đại hoạ. Có những biến đổi lớn trong vỏ trái đất. Mọi vật bị phá hủy hoàn toàn.

- *H (Độ sâu chấn tiêu)* là độ sâu chấn tiêu tính từ mặt đất. Các động đất tâm nông thường gây tác hại lớn mặc dù M không cao, vì năng lượng chấn tiêu không bị triệt giảm nhiều khi lan toả từ tâm động đất đến bề mặt. Do đó không nhất thiết động đất có cường độ (M) lớn phải có chấn cấp (I) lớn.

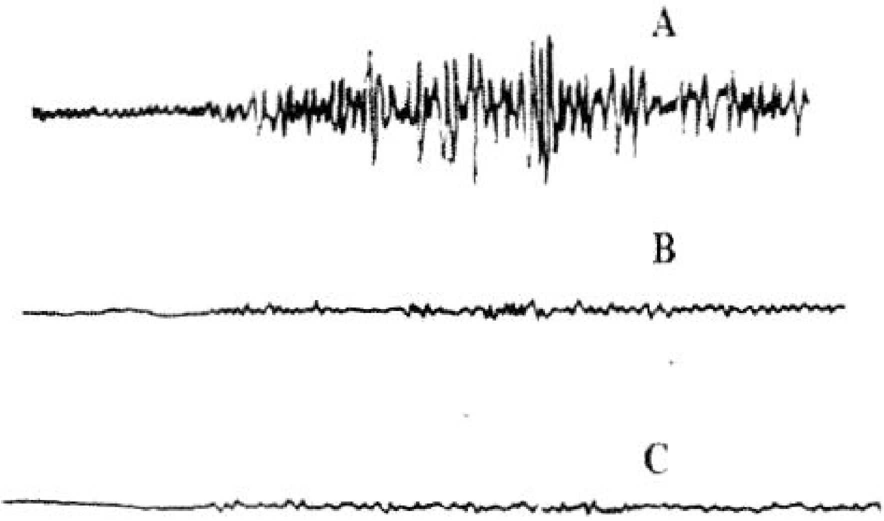
- Chấn tiêu ngoài (Epicenter) là hình chiếu của tâm động đất đến mặt đất. Vị trí tâm động đất được ghi trên bản đồ chính là chấn tiêu ngoài. Chấn tiêu ngoài là nơi sóng động đất đạt đến mặt đất đầu tiên.

- Sóng động đất gồm hai tổ phần: Sóng dọc dao động theo phương truyền sóng, sóng ngang dao động vuông góc với phương truyền sóng.Vì thế sóng dọc đi nhanh hơn sóng ngang và thường đạt đến mặt đất và các đối tượng trên mặt đất trong phạm vi rung động trước sóng ngang. Sóng ngang chỉ truyền được trong vật thể rắn, với tốc độ nhỏ hơn sóng dọc 1,7 lần. Tốc độ sóng dọc trong đá granit 500-700m/s, trong đá vôi 2000-5000m/s, trong đất sét 1500-2000m/s.

Sóng động đất lan toả từ tâm động đất sẽ đạt đến mặt đất trước hết ở chấn tiêu ngoài, sau đó sẽ đạt đến các vị trí khác ngày càng cách xa dần chấn tiêu ngoài với năng lượng và chấn cấp giảm dần. Điều đó tạo ra hình ảnh của một thứ sóng bề mặt lan truyền từ chấn tiêu ngoài, giống như dao động của mặt nước khi có một vật nặng rơi xuống.

Năng lượng động đất truyền theo mọi phương và chuyển thành những phương thức chuyển động phức tạp của đất đá, nhìn chung nếu M càng cao thì đất đá bị rung chuyển càng mạnh và thời gian rung chuyển càng lâu. Cường độ M giảm theo hàm logarit theo khoảng cách tính từ Epicenter (đo trên đá gốc). Mối tương quan này còn tùy thuộc vào

thành phần đất đá. Các đá kết tinh gắn kết chắc lan truyền sóng động đất xa hơn các đất đá bở rời. Tuy thế biên độ dao động và thời gian rung động ở các loại trầm tích bão hoà nước lại được khuếch đại lên rất nhiều (hình 8).



Hình 8: Sự khuếch đại sóng động đất trong các loại đất đá khác nhau

- A. bột sét nhạy cảm, B. Aluvi sông, C. đá cứng

Các loại bùn bột bão hoà nước lắng đọng trong môi trường nước lợ mặn có khả năng khuếch đại sóng động đất lớn nhất. Khi động đất, chúng ứng xử y hệt như chất lỏng. Hiện tượng này gọi là hiện tượng hóa lỏng (liquefaction). Do hiệu ứng hóa lỏng, khi rung động đã chấm dứt trên các khu vực đá gốc cứng rắn thì ở vùng hóa lỏng rung động vẫn tiếp tục hàng phút nữa. Cát bão hoà nước dưới sâu có thể "sôi" lên, trồi lên mặt đất thành các đụn cát sôi (boiling dune).

- Động đất ở trên lục địa gây tai biến phá hủy các công trình xây dựng, nhà cửa, đường sá, cầu cống và làm chết

người hàng loạt. Còn động đất ở dưới biển thì gây sóng thần. Sóng thần được gây ra khi động đất, đáy biển bị biến dạng ở biên độ lớn. Đáy biển sụp xuống đột ngột, nước biển đổ ập tới chỗ sụt rồi phản xạ trở lại đẩy nước lên thành những làn sóng rất cao tràn lên bờ với tốc độ có thể 400-800km/giờ. Ở đại dương độ cao của sóng thần không lớn (vài mét) trong khi bước sóng dài đến 100 - 300km, làm cho người ta khó nhận thấy. Khi lan truyền đến biển nông gần bờ sóng bị cản, dâng lên cao tới 30 - 40m, trở nên bất đối xứng và đổ ập vào bờ với tốc độ rất lớn. Tốc độ sóng càng lớn sức công phá càng mạnh. Trong trận động đất ở Lixbon năm 1755, sóng thần dâng cao tới 26m và tràn vào đất liền tới 15km làm chết trên 50.000 người.

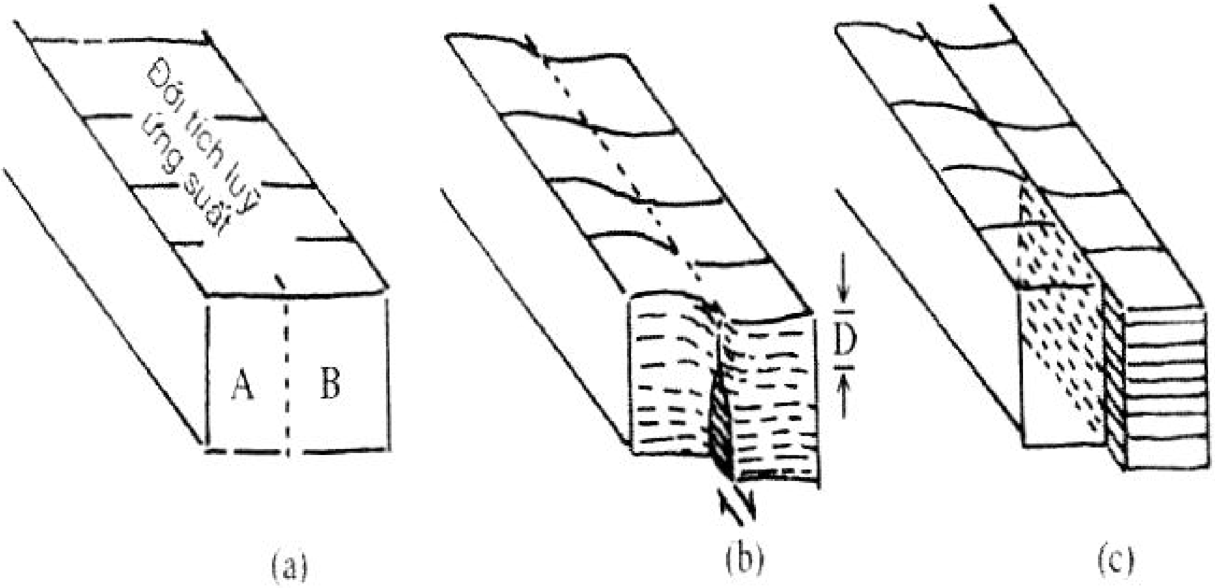
1.2. Cơ chế phát sinh động đất tâm nông

+ Quá trình tích luỹ biến dạng trước động đất

Sự dịch chuyển của các khối đá cứng hai phía của đứt gãy đã lan truyền năng lượng từ trong vỏ trái đất vào các đới tích lũy. Mô hình đơn giản nhất là mô hình đới đứt gãy theo phương có mặt trượt thẳng đứng. Các cánh dứt gãy từ độ sâu 15 km trở lên gắn kết chặt chẽ với nhau (H.9)

Phần sâu hơn 15 km của các cánh có thể trượt êm tương đối so với nhau, dồn ép phần phía trên cũng phải vận động theo cùng một hướng, làm cho ở phần này xuất hiện một đới căng. Từ sự xuất hiện đới căng đến sự xuất hiện động đất, quá trình biến dạng ở phần bề mặt vỏ quả đất phải tiến triển qua một chu kỳ động đất, gồm mấy giai đoạn sau đây:

- Giai đoạn 1. Sự tích luỹ sức căng khá đồng nhất trong một đới rộng ở cả hai cánh của đứt gãy mà không hề có sự tập trung sức căng hay ứng suất trượt ở gần đứt gãy.



Hình 9: Cơ chế phát sinh động đất tâm nông

a. Đứt gãy không hoạt động. A-B: hai cánh của đứt gãy

b. Sự trượt êm của phần bên dưới của đứt gãy tạo điều kiện tích luỹ sức căng ở phần bên trên; D: chiều dày đới tập trung sức căng (= đới gắn kết giữa hai cánh đứt gãy).

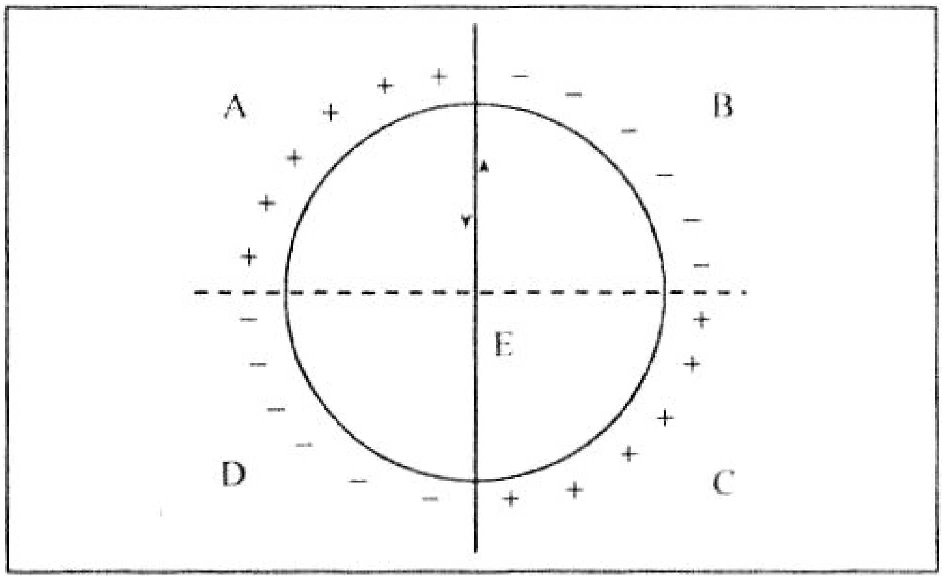
c. Hình thái đứt gãy sau động đất. Phần gạch đánh dấu đoạn đứt gãy có sự chuyển dịch (giải toả sức căng) ở các đoạn đứt gãy khác sức căng tiếp tục được tích luỹ.

- Giai đoạn 2. Tốc độ tích luỹ sức căng tăng lên, tập trung vào hai giải hẹp dọc theo mặt đứt gãy (mỗi dải có trường hợp rộng đến 10km).

- Giai đoạn 3. Tốc độ trượt tương đối của hai đứt gãy ở phần dưới sâu tăng lên, làm xuất hiện ứng suất trượt tác động trực tiếp lên mặt đứt gãy tiềm năng. Động đất xảy ra ở

cuối giai đoạn này làm giải toả sức căng ở gần đứt gãy. Tâm động đất là điểm phá hủy đầu tiên trên mặt đứt gãy. Quá trình phá hủy theo mặt đứt gãy có thể lan toả rất xa cả về hai phía của tâm động đất.

Tưởng tượng rằng có một mặt phẳng vuông góc với mặt đứt gãy tại tâm động đất. Hai mặt phẳng này chia vỏ trái đất làm 4 phần. Khi động đất xảy ra, hai phần đối diện (ví dụ A và C ở hình 10) vật chất bị giãn nở, hai phần còn lại (ví dụ B, D), ngược lại vật chất bị co ngót lại. Tại các điểm trên hai mặt phẳng phân chia, vật chất không bị dãn nở, cũng không bị co ngót, vì thế hai mặt phẳng có tên là mặt chấn đoạn. Một trong hai mặt chấn đoạn chính là đứt gãy gây ra động đất.



Hình 10. Mô hình mặt chấn đoạn. Mũi tên chỉ hướng vận động của hai phía đứt gãy. E. Tâm động đất

Không phải toàn bộ sức căng tích luỹ được đều được giải toả trong thời gian động đất, sự dịch chuyển của đứt gãy còn tiếp diễn sau động đất có khi đến hàng chục năm. Giai

đoạn trượt êm sau động đất để giải phóng năng lượng chính là giai đoạn 4 - giai đoạn cuối cùng của chu kỳ động đất.

+ Thời gian yên tĩnh giữa các trận động đất

Việc xác định khoảng thời gian yên tĩnh giữa các trận động đất căn cứ vào các tài liệu lịch sử (biên niên sử) hoặc dựa vào tài liệu địa chất (mỗi lần động đất đều gây biến động các trầm tích và những biến động này được lưu trong mặt cắt địa tầng các trầm tích cận hiện đại). Quãng thời gian nghỉ giữa hai trận động đất gần như là một hằng số đối với mỗi đứt gãy sinh động đất. Do đó, nếu một khu vực đã trải qua một thời gian yên tĩnh xấp xỉ bằng hằng số này thì có nghĩa động đất sẽ có thể xảy ra.

+ Các kiểu biến vị của thạch quyển trước động đất

- Biến vị thẳng đứng, có thể xuất hiện các vòm nâng hay sụt võng mặt đất trong khu vực có thể xảy ra động đất. Vòm nâng có thể xuất hiện ngay trên đứt gãy sinh động đất và theo thời gian chúng có thể bị cải biến thành sụt võng. Đỉnh của vòm nâng dịch chuyển dần về vị trí của chấn tâm ngoài trong tương lai.

- Biến vị ngang. Nếu xảy ra sự trượt êm của đứt gãy thì thường chỉ xuất hiện nứt đất ngầm mà không gây ra động đất, vì năng lượng được giải phóng dần dần, không tích luỹ thành sức căng đàn hồi.

+ Rung động trước động đất và sau động đất

Trước động đất có thể có một hoặc một loạt rung động đi trước có tên là tiền chấn. Các tiền chấn xuất hiện dọc theo các đứt gãy nhánh trong đới đứt gãy chính, biểu hiện mạnh yếu khác nhau, máy địa chấn tinh vi có thể ghi được. Sau khi

xảy ra động đất chính, vẫn còn có thể có những rung động nhẹ, có tên là dư chấn. Có trường hợp tiền chấn lớn không kém động đất chính khiến cho có thể lầm tưởng là có hai trận động đất liền nhau.

Những biểu hiện vừa kể ở trên là cơ sở để dự báo động đất. Phương pháp dự báo dài tốt nhất là lập bản đồ phân vùng động đất. Dựa vào bản đồ này người ta có thể biết nơi nào có thể sẽ có động đất và cường độ sẽ mạnh đến cấp nào. Khi có biểu hiện về biến vị thạch quyển, hoặc rung động trước động đất, có thể xác định cấp động đất xảy ra ở những địa điểm đã có trên bản đồ phân vùng động đất.

1.3. Thông tin động đất và sự lựa chọn của cộng đồng

Động đất không chỉ gây hại cho từng công trình lẻ mà còn gây hại cho toàn xã hội (ví dụ làm vỡ đập thủy điện, hệ thống phân phối nước, vỡ đê...). Vì thế việc lựa chọn kế hoạch phát triển không chỉ liên quan đến những người sở hữu đất đai mà còn là nhiệm vụ của các cơ quan nhà nước ở mọi cấp. Việc đầu tiên là cần có những chương trình nghiên cứu động đất, phổ biến các kết quả nghiên cứu, để ra những quy định về thiết kế và chọn địa điểm xây dựng các cơ sở kinh tế kỹ thuật quan trọng. Các cấp có thẩm quyền ở địa phương cần soạn thảo các quy định về đất sử dụng ở những nơi có động đất mạnh.

Về sự lựa chọn của xã hội có 3 vấn đề chính:

+ Phản ứng trước khi động đất

Ở nhiều vùng có khả năng động đất, cần xác định các công trình xây dựng có khả năng bị hủy hoại, các thiệt hại về

người và của liên quan với sự hủy hoại các công trình này khi động đất xảy ra. Những công trình có khả năng sụp đổ cần được gia cố hoặc di chuyển. Các đập và hồ chứa cần được theo dõi và đánh giá mức độ an toàn, khoanh vùng xả lũ (vùng hy sinh khi vỡ đập). Cần gia cố đập và có thể xả bớt nước trong hồ. Một khi động đất xảy ra, không còn gì có thể làm được trừ hoạt động cứu hộ. Hoạt động này bao gồm di tản người và của cải ra khỏi vùng dưới đập (đã bị suy yếu) tháo nước ở hồ chứa phía trên đập, cứu sập, cứu thương, làm chỗ ở tạm, hỗ trợ lương thực, nước sạch.

+ Dự báo thiệt hại cần được công bố hoặc dàn dựng như một kịch bản để kích thích sự chuẩn bị của cộng đồng.

+ Thích ứng với động đất - vai trò của quy hoạch:

- Quy hoạch đất sử dụng. Nhiều công trình bị phá hoại trong các trận động đất đều được xây dựng trên các nền đất yếu, có khả năng khuếch đại sóng động đất hoặc hóa lỏng. Một số công trình khác bị hư hại chỉ vì nằm ngay trên hoặc sát cạnh đứt gãy. Như vậy một biện pháp nhằm tránh tai biến động đất trong tương lai là tránh xây cất trên những vị trí nguy hiểm.

- Chia vùng nhỏ lãnh thổ theo địa chấn. Dựa vào bản đồ phân vùng động đất, dựa vào thành phần đất đá, tính chất cơ lý của chúng, điều kiện thế nằm các phá hủy kiến tạo ở trong các vùng nhỏ v.v... xác định chính xác thêm mức độ địa chấn ở những vùng nhỏ đó. Xác định độ kháng chấn của các vùng nhỏ, đặc biệt là ở địa điểm xây dựng và phải có biện pháp kháng chấn cho những công trình xây dựng trong các vùng ấy, địa điểm ấy.

Cần phải tạo điều kiện nghiên cứu chi tiết về các đới đứt gãy xung yếu và công bố rộng rãi các tài liệu này trong công chúng cũng như các nhà chức trách, sau khi đã biên tập dưới hình thức đơn giản cho dễ hiểu. Cấm xây cất trên hoặc gần các đứt gãy (ví dụ đường ống), cần phải có thiết kế phù hợp.

- Phản ứng trước dự báo động đất.

Dự báo động đất, nhất là dự báo khẩn cấp, tất yếu dẫn đến các phản ứng xã hội như giảm giá trị bất động sản, giảm sút việc bán các hàng lâu bền, giảm dịch vụ công cộng, công trình đang xây cất bị ngừng lại. Từ đó, dẫn đến việc gia tăng thất nghiệp, giảm thu nhập, kinh doanh và thuế, giảm dân số trong vùng thiên tai. Các phản ứng này nhiều khi gây xáo trộn xã hội, nhất là một xã hội chưa được chuẩn bị tinh thần thích ứng với tai biến động đất. Vì thế nhiều trường hợp các nhà chức trách không khuyến khích các dự báo khoa học cũng như dàn dựng các kịch bản luyện tập.

2. Phun trào núi lửa

2.1. Hình thái và hoạt động của núi lửa

Núi lửa là một kiến trúc thuộc phần trên mặt của vỏ trái đất, là lối thoát của lò macma ở dưới sâu, từ đó cứ cách từng thời gian lại có những sản phẩm của macma phun lên mặt đất làm thành chỗ nổi cao hình nón, hình vòm hoặc các hình dạng khác. Núi lửa có lối thoát hình tròn là núi lửa trung tâm, còn núi lửa có lối thoát theo khe nứt được gọi là núi lửa khe nứt. Núi lửa trung tâm có hình chóp đều đặn, dốc tới 30-35^0. Họng núi lửa là ống thoát để đưa vật chất từ lòng đất ra ngoài. Miệng núi lửa là chỗ trũng hình phễu nằm

ở đỉnh núi hay đỉnh họng. Ở một số núi lửa ngoài miệng chính còn có các miệng phụ, tạo ra những chóp phụ bên cạnh núi lửa chính. Sau khi phun xong, đỉnh núi lửa có thể bị san bằng và bị hạ thấp tạo thành vùng trũng lớn được gọi là canđera (miệng núi lửa lớn). Canđera có thể là nơi bị sụp xuống của phần trên núi lửa bù vào những chỗ ở bên dưới do vật liệu đã bị phun hết ra ngoài. Có trường hợp một núi lửa nhỏ nằm trong miệng của một núi lửa lớn được gọi là núi lửa kép. Trong các núi lửa người ta chia ra: núi lửa đang hoạt động và núi lửa đã tắt. Hiện nay có khoảng trên 540 núi lửa đang hoạt động. Các núi lửa này, nhiều nơi đang đe dọa cuộc sống con người.

Núi lửa có loại hoạt động êm, nhưng có loại hoạt động mạnh cùng với sự nổ dữ dội. Khi núi lửa còn yên tĩnh thì ống thoát bị bịt kín, miệng thường lõm xuống thành hố lớn, có khi có khói trắng bốc lên ở các kẽ nứt. Hoạt động của núi lửa không xảy ra nhanh đột ngột, nhưng thường có một số biểu hiện trước khi phun như khói trắng bốc lên nhiều, có động đất, có tiếng ầm ầm ở dưới đất. Thời gian báo hiệu có thể nhanh, có thể lâu từ vài tháng trước. Đối với núi lửa hoạt động mạnh, khi phun có tiếng nổ khủng khiếp, cột khí bốc cao, như núi lửa Cracatau ở Indonêxia năm 1883, khí phun cao tới 11km. Dung nham phun lên qua miệng núi lửa hoặc qua các khe nứt chảy tràn xuống sườn như thác lửa, tiến đến đâu đốt cháy, vùi lấp, phá hoại đến đấy.

Sau khi phun, các dung nham núi lửa được đông kết lại, một phần bị xói mòn rửa trôi. Một thời gian dài sau khi núi lửa ngừng hoạt động vẫn còn các hiện tượng như bốc các khí phun, suối phun gián đoạn, suối nước nóng.

2.2. Các sản phẩm phun trào của núi lửa

+ Các chất khí: lúc đầu, khi mới phun ra khí chủ yếu là gồm các chất halogen (Cl, F). Lúc núi lửa nguội, thành phần khí chủ yếu có chứa lưu huỳnh, sunfua hydro, amoniac và khí cacbonic. Có thể phân biệt được 5 loại khí phun sau đây:

- Khí khô phun ra đầu tiên, gần như không chứa hơi nước và chủ yếu gồm những hợp chất của Cl như clorua natri, clorua kali, clorua sắt...nhiệt độ gần 500°C.

- Khí phun axit chứa axit clohydric, anhydric sunfuarơ và hơi nước. Nhiệt độ từ 300°C đến 400°C.

- Khí phun bazơ chứa clorua amôn, khí phân giải sẽ cho amoniac tự do. Nhiệt độ từ 100° đến 300°C.

- Khí phun lưu huỳnh hay sunphata chủ yếu gồm có hơi nước và khí sunfua hydro. Nhiệt độ trên dưới 100°C.

- Khí phun cacbonic hay mopheta gồm có khí cacbonic. Nhiệt độ dưới 100°C. Khí phun cacbonic phun sau cùng, có khi cách sau hoạt động núi lửa hàng chục đến hàng trăm năm.

+ Các chất lỏng: Các sản phẩm chất lỏng của núi lửa được gọi là dung nham hay lava. Dung nham cũng là macma nhưng đã thoát mất nhiều chất khí hoà tan trong khi phun ra ngoài mặt đất. Đối với núi lửa người ta phân ra hai loại dung nham: axit và bazơ (trung gian giữa hai loại là dung nham trung tính). Dung nham axit nguội chậm, quánh, khó chảy, nhiệt độ từ 700° đến 1000°C. Dung nham bazơ lỏng, dễ chảy, nguội nhanh, nhiệt độ từ 1100° đến 1200°C.

+ Các sản phẩm đặc: Gồm các bom núi lửa, cuội núi lửa, cát và tro núi lửa. Đó là các sản phẩm dung nham bị phun vào không khí rồi đặc lại và rơi xuống sườn núi lửa.

Tro núi lửa được mang đi xa ở trên không trung. Ví dụ ngày16/9/1991 một lượng tro bụi hạt li ti màu trắng đục được phun ra từ ngọn núi lửa Pinatubo ở quần đảo Philipin đã rơi xuống khắp miền Nam Việt Nam và Campuchia theo các trận mưa do ảnh hưởng của cơn bão Yunya. Thành phần tro bụi này gồm SiO_2 chiếm 69,12%, Al_2O_3 = 14,22% và nhiều loại khác như FeO, MgO, P_2O_5, Fe_2O_3, CaO, SO_3 và K_2O. Ngoài ra còn có các nguyên tố vi lượng chì, kẽm, bari. Các thành phần đó nói lên tro núi lửa thuộc dung nham axit. (Kết quả thu thập mẫu và phân tích của Liên đoàn Địa chất 6 thành phố Hồ Chí Minh).

2.3. Dự báo hoạt động phun trào của núi lửa

Gồm các bước sau đây

+ Bước 1: Dự báo diện tích phun trào

Hoạt động phun trào núi lửa cho đến nay hầu như chưa xuất hiện ở những khu vực mà trong lịch sử địa chất Đệ Tứ (cỡ 1,6 triệu năm trở lại) khu vực đó chưa hề có hoạt động núi lửa. Những khu vực có hoạt động núi lửa Đệ Tứ, dù rằng núi lửa đã nhiều ngàn năm nay không hoạt động vẫn là khu vực có tiềm năng tai biến cao. Ví dụ ở Tây Nguyên và Nam Trung bộ Việt Nam, hoạt động núi lửa kéo dài suốt kỷ Đệ Tứ đến tận năm 1923. Vì một đặc tính quan trọng của núi lửa là thời gian nghỉ phun trào có thể rất lâu dài, nên công tác đầu tiên để dự báo tai biến núi lửa là lập bản đồ các tâm phun trào Đệ Tứ đã tắt và xác định thời gian của các đợt phun trào ít ra là trong một vài ngàn năm gần đây. Các tài liệu này cho phép tìm hiểu quy luật xuất hiện các tâm phun trào kể

cả về không gian và thời gian. Ở miền Tây nước Mỹ trên các bản đồ hoạt động núi lửa, người ta chia núi lửa làm ba nhóm:

- Nhóm 1. Bao gồm các núi lửa cứ 200 - 300 năm lại phun 1 lần và các núi lửa mới phun cách ngày nay 200 - 300 năm.

- Nhóm 2. Như trên, với khoảng thời gian 1000 năm.

- Nhóm 3. Bao gồm các núi lửa đã tắt cách ngày nay trên 10.000 năm nhưng khối macma trong lòng núi lửa vẫn còn ở trạng thái lỏng.

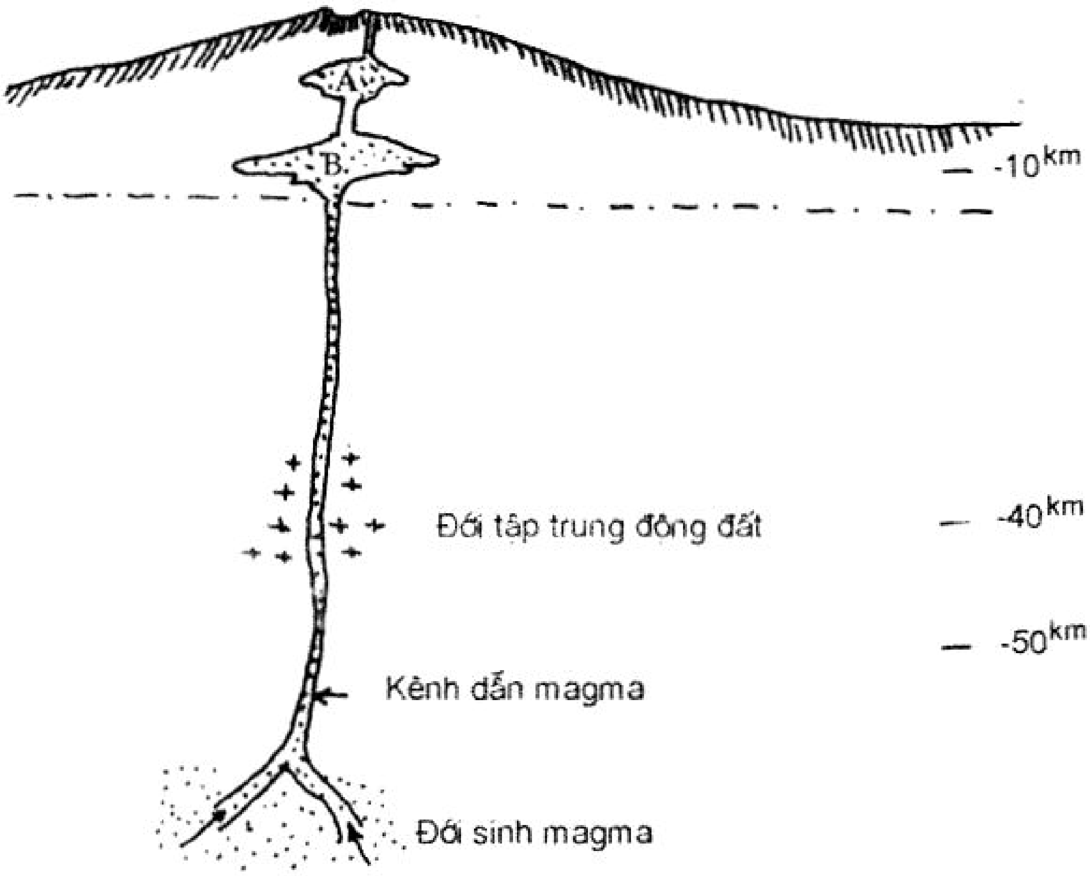
+ *Bước 2. Dự báo khu vực chịu ảnh hưởng*

Phạm vi ảnh hưởng và chiều dày tầng tro bụi núi lửa phụ thuộc vào khối lượng tro bụi được tung vào khí quyển, thời gian phun và hướng gió ưu thế trong thời gian đó. Dòng bùn núi lửa (lahar) chiếm diện tích hẹp hơn. Các diện tích bị dòng bùn tấn công trong quá khứ, cấu tạo địa hình cho phép dự báo các khu vực bị ảnh hưởng trong tương lai.

+ *Bước 3. Dự báo chi tiết*

Trước hết, xác định vị trí phun trào. Dự báo thời gian và vị trí xuất lộ các tâm phun trào mới thực sự có ý nghĩa trong việc báo động sơ tán dân cư ra khỏi vùng ảnh hưởng. Đại bộ phận phun trào núi lửa mở đầu bằng sự di chuyển macma từ lòng sâu trái đất lên phía trên. Các lò macma giống như một bồn chứa căng. Mỗi đợt phun trào là một lần chọc thủng bồn chứa, tháo bớt và giảm áp lực. Để có thể phun trào một lần nữa, bồn chứa cần thời gian để tích luỹ áp lực. Những nghiên cứu chi tiết ở Hawai tuy không phải đúng cho mọi trường hợp phun trào, nhưng giúp cho hiểu được quá trình hoạt động của núi lửa hiện đại.

Dung thể macma được tích luỹ dần dần vào một bồn chứa ở độ sâu 40 km, sau đó macma được đẩy lên một bồn chứa phụ ở độ sâu 10km (bồn B). Sự dịch chuyển này tạo ra các động đất, tâm động đất cũng nông dần theo sự dâng lên của macma. Động đất có kiểu rất đặc biệt, gồm một vài rung động chính xen kẽ với các rung rinh nhịp nhàng. Từ bồn chứa B, macma tiếp tục được đưa lên bồn A (ở độ sâu 3-5 km), gây ra các động đất rất nông và làm mặt đất bị vồng lên (hình 11).



Hình 11. Cơ chế tập trung macma trong các bồn chứa sâu (B) và A (nông) chuẩn bị cho đợt phun trào mới của núi lửa - Mô hình Hawai

Động đất khi macma di chuyển lên có hai nguyên nhân:

- Do nứt vỡ các tầng đá dưới sâu và các khối đá bị di trượt so với nhau (rung động chính).

- Macma cọ sát vào ống dẫn (rung rinh)

Cùng với hoạt động nâng vòm, có thể quan sát thấy hiện tượng nứt đất, phun hơi, thay đổi nhiệt độ mặt đất, thay đổi trường từ.

Trong số hai triệu chứng quan trọng nhất của hoạt động phun trào: 1. Gia tăng địa chấn (bao gồm cả kiểu rung rinh), 2. Nâng vòm, thì triệu chứng sau là biểu hiện đáng tin cậy nhất vì nó tiếp diễn ngay sát trước phun trào.

2.4. Thích ứng với tai biến núi lửa

Các trung tâm định cư thường phát triển lấn sâu vào vùng tai biến, một mặt vì ở đó có nhiều nguồn lợi (đất đai màu mỡ, nước nóng, nước khoáng, cảnh quan du lịch, khí hậu dễ chịu v.v...), mặt khác vì thảm hoạ núi lửa thường chưa được hiểu hết và bị coi thường. Dân chúng dường như chấp nhận thiệt hại do núi lửa phun, bằng chứng là đã có nhiều trung tâm định cư bị hủy hoại hoặc chôn vùi, nhưng sau đó chúng lại được khôi phục và phát triển. Lý do chủ yếu là núi lửa có thời gian nghỉ rất dài và nguồn lợi trong quãng thời gian đó không nhỏ. Việc khai phá, phát triển các vùng đất có tiềm năng tai biến núi lửa diễn ra khắp nơi trên trái đất cũng là vì nguồn lợi đó.

Vì vậy, cần xây dựng một hệ thống dự báo, báo động, di tản và cứu hộ tốt. Cần có kế hoạch di tản dân ra khỏi diện tích bị ảnh hưởng và lập quỹ bảo hiểm tài sản cố định là loại tài sản không di tản được. Người dân Hawai sống trên đảo núi lửa, do chuẩn bị tốt nên luôn luôn sẵn sàng đối đầu với tai biến.

Các quy định về hạn chế đất sử dụng, không xây dựng các công trình đồ sộ (đập thủy điện, hồ chứa) ở những nơi tiềm ẩn núi lửa vẫn còn, cũng là điều cần thiết, tuy nhiên việc ngăn cản phát triển các khu vực tai biến núi lửa đều là không thực tế trước sự liều lĩnh của dân cư trong vùng.

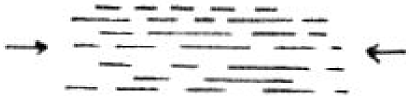
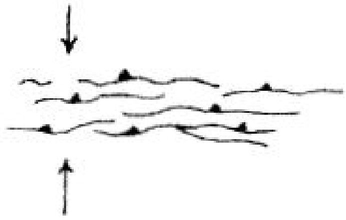
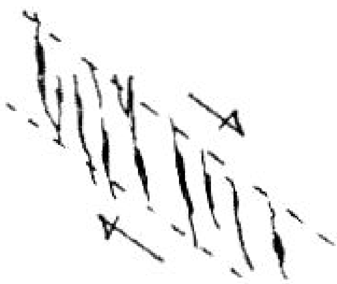
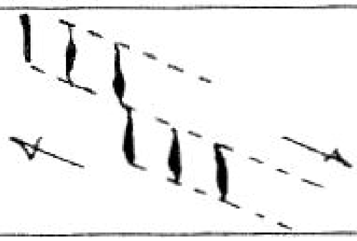
3. Nứt đất ngầm

3.1. Cơ chế vận hành

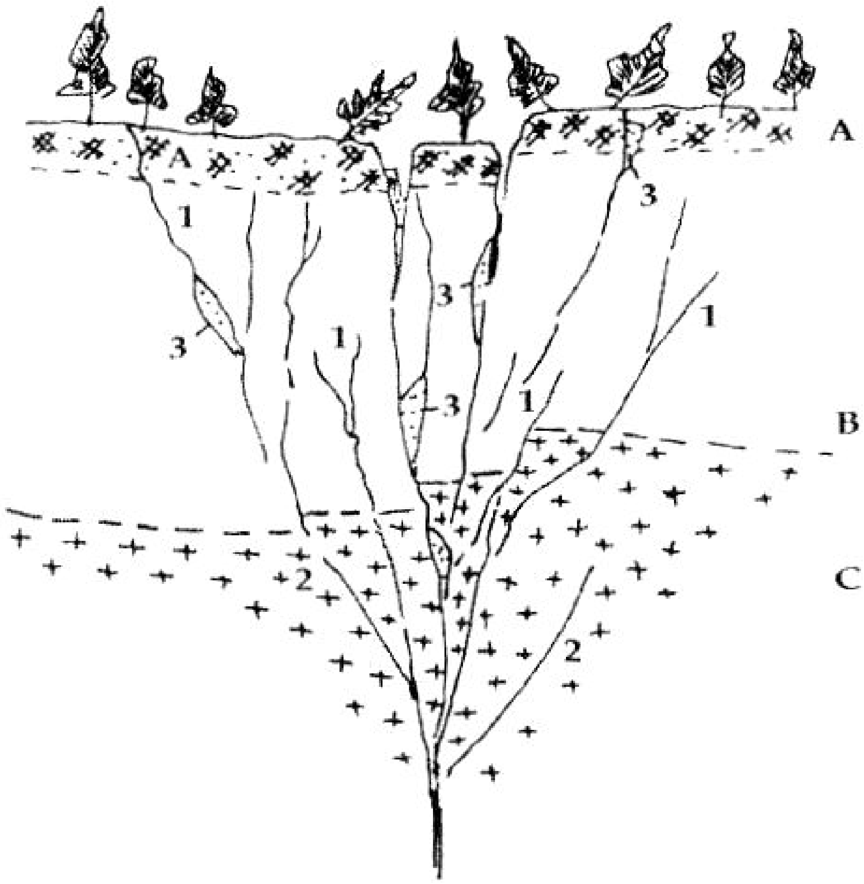
Nứt đất ngầm khác với nứt đất bề mặt ở chỗ chúng phát triển từ dưới sâu lên bề mặt và do sự trượt êm không động đất của đứt gãy tạo ra. Cấu tạo môi trường địa chất ở những chỗ nứt đất ngầm thường có hai tầng cấu trúc: móng đá cứng ở phía dưới và nền đất đá bở rời ở phía trên. Móng đá cứng ở phía dưới bị đứt gãy hiện đại chia cắt làm nhiều khối, các khối dịch chuyển tương đối với nhau theo mặt đứt gãy, lôi kéo lớp phủ phía trên vào các quá trình biến dạng. Các khe nứt xuất phát từ đứt gãy dưới sâu, lan toả dần về phía trên tạo thành chùm khe nứt dạng cành cây. Do lớp đất mặt thường bão hoà nước và mềm bở nên nứt đất ngầm chỉ bộc lộ ở những chỗ đất cứng hoặc vào cuối mùa khô khi lớp đất mặt cứng lại. Các khe nứt xuất hiện trên mặt đất tạo thành những tập hợp rất đặc trưng về hình thái (hình 12).

Chú ý rằng các khe nứt trên mặt đất có thể có nhiều nguyên nhân (do khô hạn, do lún sụt đất, do trượt lở, do tải trọng công trình và do hoạt động đứt gãy gây ra). Tuy nhiên các khe nứt cắt (dịch chuyển ngang), các khe nứt xiết ép và sự phân bố thành dãy của các khe tách chỉ đặc trưng cho nứt đất ngầm do đứt gãy tạo ra.

Do hoạt động trượt ngang dọc theo các khe nứt cắt mà trong đới khe nứt thường hay xuất hiện các hang hốc ngầm, góp phần lan toả chất ô nhiễm, tăng xói ngầm và thất thoát nước trong các hồ chứa (hình 13).

TT	*Kiểu hình hài*	*Dạng đặc trưng*	*Ví dụ*
1	Cắt khai		Thủy Nguyên (Hải Phòng)
2	Gợn sóng		Gia Lương (Bắc Giang) Châu Giang (Hưng Yên)
3	Cánh gà		Đan Phượng (Hà Tây) Đồ Sơn (Hải Phòng) Từ Liêm, Đống Đa (Hà Nội)
4	Bậc thang		Châu Giang (Hưng Yên) Đồ Sơn (Hải Phòng)
5	Lông chim		Đan Phượng (Hà Nội Mê Linh (Vĩnh Phúc)
6	Đuôi ngựa		Sóc Sơn (Hà Nội)

Hình 12. Hình thái các hệ thống khe nứt trên mặt của hoạt động nứt đất ngầm. (Theo Nguyễn Trọng Yêm và nnk., 1990).



Hình 13. Mặt cắt ngang qua tuyến nứt đất ngầm

A. Nền đất mềm bở, B. Nền đất đá gắn kết.

1,2. Khe nứt trong nền móng.

3. Hang hốc xuất hiện trong đới nứt đất

C. Móng đá cứng.

3.2. Thiệt hại do nứt đất ngầm

Nứt đất ngầm làm nứt vỡ các công trình xây dựng, đê đập, gây thất thoát nước trong hồ chứa, làm cạn kiệt nước trong vùng đất canh tác hoặc ngược lại, gây úng ngập do nước sủi lên từ vết nứt, lan toả chất ô nhiễm và nước mặn, tăng hiện tượng xói mòn.

Nứt đất là tiền đề cho hoạt động trượt lở, nhất là vùng ven bờ biển, bờ sông, sườn núi. Nứt đất làm nứt vỡ đường

ống dẫn dầu, dẫn khí hay nước, làm nứt vỡ cống thải, uốn cong đường sắt, đứt cáp thông tin ngầm.

Nứt đất ngầm xảy ra lặng lẽ, không cản phá hay ngăn chặn được, nên nhiều trường hợp gây hoang mang, sợ hãi trong dân chúng, đình trệ sản xuất, náo loạn trật tự xã hội.

3.3. Ứng xử tai biến nứt đất ngầm

Công việc đầu tiên của ứng xử tai biến nứt đất ngầm là xác định được các đới đứt gãy đang hoạt động có tiềm năng gây nứt đất và mức độ nghiêm trọng của tai biến. Khả năng gây tai biến của các đứt gãy hiện đại thể hiện ở hai chỉ tiêu:

- Độ rộng của dải ảnh hưởng. Đới tiềm năng nứt ngầm có dạng dải kéo dài theo đứt gãy và có chiều rộng biến đổi tùy theo độ sâu và độ nghiêng của đứt gãy chính. Đứt gãy càng sâu thì dải ảnh hưởng càng rộng (có thể rộng hàng chục km). Các đứt gãy dựng đứng có dải ảnh hưởng phân bố đều ở hai phía. Các đứt gãy nằm nghiêng có dải ảnh hưởng chủ yếu phát triển ở phía mà mặt đứt gãy nghiêng vào.

- Mức độ phá hoại của khe nứt.

Người ta chia mức độ phá hoại của khe nứt căn cứ vào công trình mà chúng gây hại trên cơ sở so sánh với mức độ gây hại của hệ thống khe nứt xuất hiện do động đất tạo ra (Nguyễn Trọng Yêm và nnk.,1990)

Loại A gồm các công trình xây dựng đơn giản như nhà cấp 4, nền đất đầm nện, sân gạch. Loại B gồm những công trình xây dựng tương đối vững chắc như những nhà xây, nhà thờ có giằng móng, giằng tường bằng bê tông cốt thép. Loại C gồm những công trình rất kiên cố.

+ Phân cấp khe nứt (so sánh với các khe nứt sinh ra do động đất).

Cấp V. Các khe nứt nhỏ độc lập với nhau, chiều dài mỗi khe nứt từ vài chục xentimét tới vài mét, chiều rộng nhỏ hơn 1mm.

Cấp VI. Khe nứt dài hàng chục mét, chiều rộng từ vài milimét đến hàng chục milimét, xuyên qua công trình loại A, rạn nứt công trình loại B.

Cấp VII. Hệ thống gồm các khe nứt dài hàng chục mét, rộng hàng chục milimét, làm biến dạng các công trình loại A, xuyên qua công trình loại B, rạn nứt nhỏ các công trình loại C

Cấp VIII. Nứt cực mạnh: Hệ thống khe nứt dài hàng trăm mét, chiều rộng khe nứt hàng chục xentimét, tạo những biến dạng rõ nét trên mặt đất. Làm biến dạng các công trình loại A và B, rạn nứt nhỏ các công trình loại C.

Cấp IX. Bắt đầu hiện tượng phá hủy. Hệ thống khe nứt kéo dài hàng trăm mét, khe nứt rộng hàng chục xentimét, xuất hiện các đứt gãy trên mặt đất, phá hoại hoàn toàn các công trình loại A, B, gây biến dạng rõ nét công trình loại C.

Chú ý: không chia khe nứt cấp nhỏ hơn V vì tác hại không lớn, cấp lớn hơn IX ở nước ta chưa phát hiện được.

- Những công việc tiếp theo của ứng xử tai biến gồm việc đề xuất các quy định về xây dựng và quy hoạch. Ví dụ, cấm xây các công trình tạo ra chất thải lỏng độc hại trong đới ảnh hưởng; qui định kết cấu công trình phù hợp; mật độ công trình ở các vùng nứt đất trên các sườn dốc hay bờ sông cần thưa hoặc không cho phép xây dựng. Cần phổ biến thông tin nứt đất rộng rãi trong cộng đồng, lập các quỹ bảo hiểm.

4. Trượt đất

Thuật ngữ Landslide (trượt đất) từ lâu đã được sử dụng để chỉ sự chuyển động của đất đá trên mặt hay gần mặt xuống phía dưới sườn dốc, đồng thời để chỉ bản thân các thể trượt.

Các trượt đất lớn làm dịch chuyển hàng trăm ngàn mét khối vật liệu, tiêu hủy cả những trung tâm định cư lớn, làm biến đổi mạnh cảnh quan và mạng lưới thủy văn. Ngược lại, có những trượt đất nhỏ bé đến mức không gây thiệt hại gì đáng kể.

4.1. Đặc trưng của thể trượt

Thể trượt là khối đất đá bị dịch chuyển. Bề mặt đất bên dưới bị lõm xuống do thể trượt di chuyển ra khỏi vị trí ban đầu, được gọi là đới sinh trượt. Bề mặt chia tách thể trượt với đới sinh trượt có tên là gương trượt.

Thể trượt bao gồm tổ hợp đá gốc, vật liệu vụn bở rời. Vật liệu vụn bở rời có thể là dăm sạn hay đất.

Có các kiểu trượt sau đây:

- Kiểu rơi: Vật liệu vụn đổ lở

- Kiểu trượt: Trượt quay nếu gương trượt cong lõm về phía trên, trượt tịnh tiến nếu gương trượt là mặt phẳng có thể nằm ngang hay nghiêng. Thường đó là một bề mặt gắn kết yếu có sẵn như bề mặt phân lớp, một lớp kém gắn kết hoặc mặt đứt gãy. Khối trượt dịch chuyển theo bề mặt này nếu giữ nguyên dạng được gọi là trượt khối. Nếu bị vỡ ra được gọi là trượt vỡ.

- Kiểu phân tán: Là kiểu phát triển liên tục quá trình trượt tịnh tiến gần nằm ngang, thể trượt bị tách vỡ thành

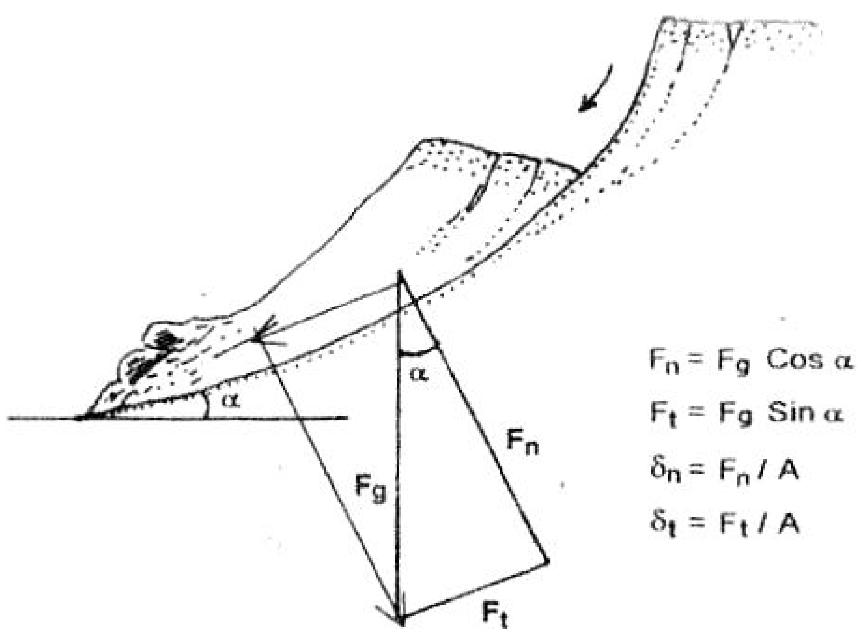
nhiều khối tảng, nằm chồng chất lên nhau và lan toả theo chiều ngang.

- Kiểu dòng chảy: dòng bùn đá.

- Kiểu trượt bò: trượt theo nhiều lớp song song với sườn dốc, tốc độ rất chậm, có thể làm uốn cong các thân cây. Tốc độ trượt ở gần mặt đất là lớn nhất, các lớp ở dưới sâu trượt chậm hơn. Không có ranh giới rõ rệt giữa lớp trượt và lớp không trượt. Trượt bò đặc trưng cho hiện tượng co rút và giãn nở của khoáng vật sét trong quá trình thay đổi điều kiện thủy văn. Nhiều quá trình trượt là tổ hợp một vài kiểu trượt.

4.2. Phân tích lực tác dụng lên mặt trượt

Giả sử có một lớp vật liệu nằm trên một mặt trượt tiềm năng nghiêng một góc nào đó so với mặt phẳng ngang. Trọng lực thể trượt tiềm năng được phân tích thành hai thành phần (hình 14).



Hình 14: Phân tích lực tác dụng lên thể trượt nằm trên sườn

Lực pháp tuyến Fn tác dụng vuông góc với mặt trượt và lực tiếp tuyến Ft tác dụng song song với mặt trượt. Fg là tổng hợp lực của hai lực thành phần Fn, Ft. Chia lực này cho diện tích bề mặt chịu lực tác động, ta có các ứng suất δn - sẽ tạo ra sức kháng trượt và δt là ứng suất trượt. Sức kháng trượt là khả năng của đất đá chống lại sự trượt, được tính bằng lực kéo Ft, với Ft'>Ft hiện tượng trượt sẽ xảy ra. Sức kháng trượt được tính như sau:

$$S = C + \delta n \, tg\varphi$$

Trong đó C là độ dính kết của vật liệu. Cát vụn bở có C = 0, cát sét có C > 0. δn, δt và C xác định qua lấy mẫu về thí nghiệm hoặc tra bảng, tgφ là hệ số ma sát trong. hiện tượng trượt sẽ xảy ra khi δt > S.

Trong trường hợp có nước lỗ hổng, gọi Pw là áp lực nước lỗ hổng ta có:

$$S = C' + (\delta n - Pw) tg\varphi'$$

$$= C' + \delta' n \, tg\varphi'$$

Đại lượng δ'n (=δn -P'w) được gọi là ứng suất pháp hữu hiệu khi P'w tăng, δ'n giảm và S giảm.

4.3. Đánh giá sự ổn định của sườn

Trượt đất thường xảy ra sau khi có một số biến đổi tác động lên sườn dốc như:

- *Thay đổi áp lực nước lỗ hổng*. Hiện tượng trượt lở gia tăng trong những đợt mưa bão ngắn với cường độ cao, vì áp lực nước lỗ hổng Pw tăng (Pw tính bằng chiều cao cột nước trong đất). Một đợt mưa lớn nhưng ngắn có thể gây ra các trượt đất nhỏ và nông (nước chưa kịp ngấm sâu). Các trượt

đất sâu hơn trong lớp vật liệu vụn bở sẽ xảy ra chỉ khi liên tục mưa lớn. Trượt đá gốc xuất hiện tùy thuộc vào sự tích luỹ mưa trong một thời kỳ dài, với lượng mưa thường lớn hơn lượng mưa trung bình.

- *Sự gia tăng độ ẩm* (hàm lượng nước trong vật liệu trượt) làm giảm độ kết dính C và tgφ.

- *Thay đổi thành phần hóa học*. Khoáng vật sét khi trầm đọng trong môi trường nước lợ hay nước mặn bao giờ cũng được sắp xếp theo một kiểu cấu trúc có độ lỗ rỗng cao, nhưng rất ổn định nhờ hàm lượng muối trong các lỗ hổng nằm giữa các khoáng vật sét. Nước mưa làm lượng muối bị hoà tan và giảm dần. Vật liệu chuyển sang trạng thái giả ổn định, tức là trạng thái sắp xếp như cũ, nhưng sẽ đột ngột bị sắp xếp lại theo trật tự mới khi bị tác động, giống như một chất lỏng chảy vì có nước bão hoà. Vật liệu sét có đặc tính trên được gọi là sét "nhạy cảm". Độ nhạy cảm Si sẽ được tính theo công thức:

$$Si = S_0 / Sr$$

Trong đó S_0. lực kháng trượt ban đầu

Sr: lực kháng trượt khi lỏng chảy

Vật liệu Si >16 được gọi là sét nhạy cảm, thường trầm đọng trong khu vực đất ngập triều.

- *Tăng độ dốc của sườn bằng khai đào, xói lở...*

- *Dọn bỏ vật liệu ở chân dốc để làm đường và xây dựng.*

- *Tăng tải trọng ở đỉnh sườn (xây nhà cửa, tháp nước...).*

4.4. Thiệt hại do trượt đất

Trượt đất phá hoại các công trình nhà cửa, mất đất đang sử dụng hoặc làm giảm giá trị sử dụng của đất, mất

khả năng thu thuế ở các vùng đất bị bỏ hoang do tai biến, thiệt hại sinh mạng, ách tắc giao thông, gia tăng kinh phí cứu hộ, lấp đất đai canh tác, ách tắc dòng chảy gây ngập lụt.

Trượt đất nhỏ, tuy từng hiện tượng riêng lẻ có thể không gây thiệt hại lớn, nhưng tính tổng cộng, là loại tai biến gây thiệt hại nhiều nhất thế giới.(theo tính toán, gấp bốn lần thiệt hại do các thứ tai biến khác gây ra như lũ lụt, gió xoáy, động đất, cuồng lưu).

Ở Việt Nam, trượt đất xảy ra nhiều nơi và có nơi rất nghiêm trọng. Ví dụ, tháng 8 năm 1971 ở Bản Vài thuộc huyện Chợ Rã trên sườn núi Phia Bioc đã xảy ra vụ trượt đất khủng khiếp. Tuy không chết người nhưng một vùng thung lũng có ruộng lúa bị vùi lấp bởi các sản phẩm trượt từ trên đỉnh núi. Đỉnh trượt ở độ cao 700m. Vệt trượt kéo dài 400m từ trên sườn núi xuống, mặt trượt rộng 50- 60m (Nguyễn Thế Thôn, 1978). Hoặc tháng 9 năm 1995 ở sườn núi PiaDạ thuộc bản Nà Lúm, xã Thái Học, huyện Bảo Lạc, tỉnh Cao Bằng đã xảy ra trượt đất ở độ cao gần 1000m, mặt trượt rộng 320m làm cho khoảng 500.000 m^3 đất đá bị trượt xuống chân sườn. Quá trình trượt kéo theo đổ lở, va đập của đất đá gây ra tiếng nổ lớn và làm tung mù mịt bụi đất lên cao. Luồng trượt kéo dài 1000m ở trên sườn và bề rộng khoảng 100m, đã tàn phá tất cả cây cối và đất đai ở trên sườn (Nguyễn Trọng Yêm và những người khác, 1996).

4.5. Dự báo trượt đất

Dự báo trượt đất bằng việc thành lập bản đồ nhạy cảm trượt đất. Phương pháp thành lập như sau:

- Thành lập bản đồ các trượt đất đã xảy ra và nếu có thể cả sự phân bố hoạt động trượt đất trong lịch sử, nhờ

phân tích ảnh hàng không và kiểm tra thực địa. Loại trượt đất cổ là loại đã bị xâm thực ở các mức độ khác nhau, bị thực vật che phủ và con người tác động.

- Xác định vật liệu nằm dưới các khối trượt và độ dốc của sườn có trượt lở cho từng loại vật liệu. Nguyên tắc là nếu trên cùng một loại vật liệu sẽ có một độ dốc tới hạn cho các loại vật liệu đó. Nếu vật liệu ở độ dốc cao hơn độ dốc tới hạn thì sẽ thường xuyên xảy ra trượt đất. Các sườn có độ dốc cao hơn độ dốc tới hạn, lại đã từng có trượt đất, là những sườn nhạy cảm trượt đất. Mức độ nhạy cảm trượt đất được chia ra mấy hạng.

- Hạng 1a. Sườn có độ cao ổn định, độ dốc 0 - 0,5%, không có vật liệu vụn do trượt đất trước đây.

- Hạng 1b. Diện tích có khả năng hóa lỏng. độ dốc 0- 0,5%

- Hạng 2. Vùng nhìn chung ổn định, độ dốc 5 - 15%, thường không gặp vật liệu vụn do trượt đất.

- Hạng 3. Vùng nhìn chung ổn định nhưng có từng chỗ không ổn định, không có các vật liệu vụn do trượt và các phân vị đá gốc nhạy cảm.

- Hạng 4. Vùng không ổn định tiềm năng, độ dốc trên 15%, nằm trên các đá gốc có độ nhạy cảm cao.

- Hạng 5. Vùng nhìn chung không ổn định, có hoặc tiếp cận ngay với các diện tích vật liệu vụn do trượt. Độ dốc 0-90%.

Các diện tích thuộc 5 hạng được tô màu để dễ phân biệt. Hạng 1 có thể để trắng. Tất cả các khoanh vi chứa trượt đất cũ được coi là có độ nhạy cảm cao nhất vì có một nguyên tắc là: Một khi trượt đất đã xảy ra, chúng có khuynh hướng

tiếp tục xảy ra. Khả năng trượt đất ở các khoanh vi có độ nhạy cảm cao nhất là lớn nhất, nhưng điều đó không có nghĩa là trượt đất tiếp theo chắc chắn là sẽ nằm trong khoanh vi đó. Tác động nhân sinh có khả năng làm biến động rất nhiều đến độ nhạy cảm trượt đất.

Sau khi đã xác định độ nhạy cảm trượt đất cần tiến hành dự báo kế tiếp..

Dự báo kế tiếp là dự báo trượt đất gần nhất trong tương lai. Cơ sở của dự báo này bản đồ nhạy cảm trượt đất, các tài liệu lịch sử về mối liên quan giữa hoạt động trượt đất và lượng mưa, động đất, phá rừng, những thay đổi về hệ thống thủy văn, mặt nước, nước ngầm và thay đổi cảnh quan.

4.6. Thông tin trượt đất và quy hoạch môi trường

Các tài liệu về nhạy cảm trượt đất rất quan trọng đối với công tác lựa chọn địa điểm mở đường giao thông, xây dựng công trình. Những vùng nhạy cảm cao cần có những hạn chế phát triển, ví dụ cần quy định mật độ nhà cửa thưa ở những vùng có khả năng trượt đất cao.

Chương trình giảm thiệt hại do trượt đất gây ra do Kockelman đề xuất năm 1990, gồm 5 nội dung lớn theo trình tự sau:

1. Nghiên cứu các quá trình gây trượt đất, xác định rõ nguồn gốc, vị trí, phạm vi, tần số tái xuất hiện, mức độ nghiêm trọng, cơ chế đột biến, hướng lan toả, ảnh hưởng đến nền đất và đến công trình.

2. Chuyển các nghiên cứu này thành báo cáo, bản đồ dưới hình thức đơn giản để những người không có trình độ chuyên môn cũng hiểu được.

3. Cung cấp thông tin đã đơn giản hóa đến những nơi, những người cần nắm được những thông tin này trong công việc (ví dụ ra quyết định).

4. Chọn lọc và sử dụng các kỹ thuật giảm tối thiểu thiệt hại thích hợp như lập pháp, quy định tiêu chuẩn, thiết kế, các chính sách công cộng, khuyến khích tài chính.

5. Kiểm tra hiệu quả của các kỹ thuật giảm thiểu thiệt hại sau khi chúng được áp dụng.

5. Lún sụt đất

Hiện tượng lún sụt có thể diễn ra rất chậm chạp, từ từ, khó nhận thấy, cũng có thể xảy ra đột ngột, có thể chiếm một vùng rộng nhiều ngàn kilomét vuông, cũng có thể chỉ là hố sụt nhỏ vài ba mét vuông. Sự lún sụt thường liên quan tới:

- Vận động sụt hạ kiến tạo
- Bơm hút nước ngầm (đã xét ở trên)
- Lún sụt bên trên hang hốc ngầm.

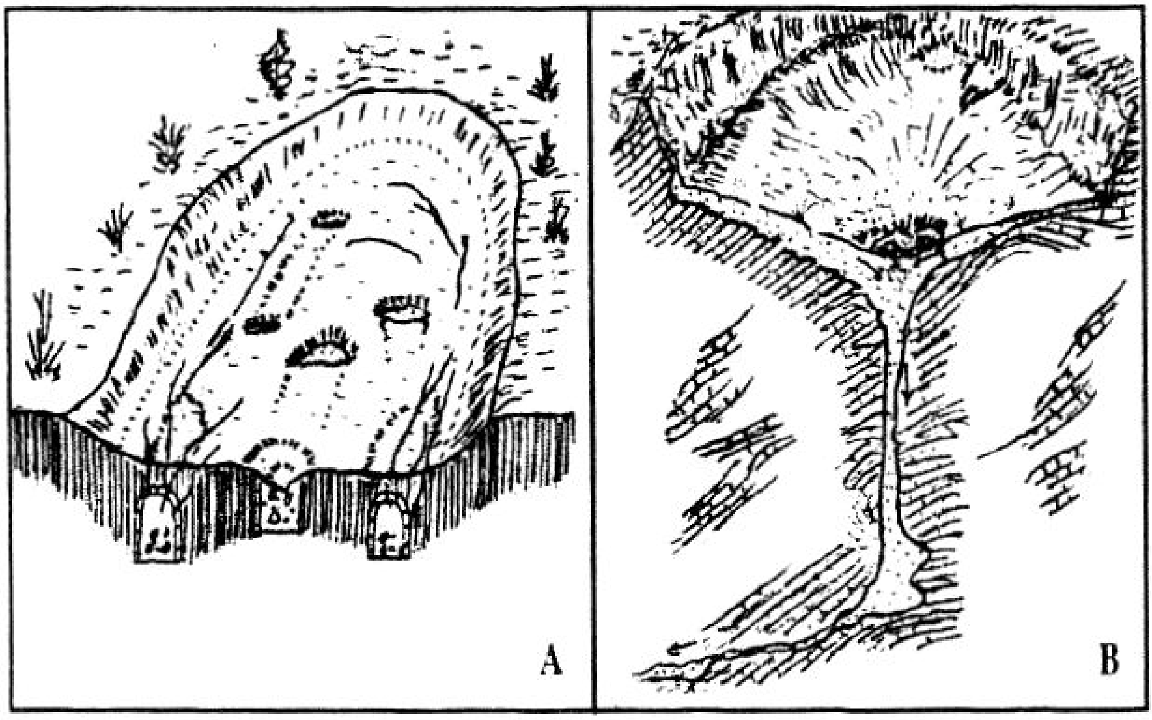
Lún sụt do vận động kiến tạo thường có tốc độ chậm chạp, không gây sự cố môi trường đột ngột (trừ lún sụt do động đất tạo ra). Loại lún sụt do vận động kiến tạo thường phát triển lâu dài, tạo ra các bồn trũng, gây biến đổi cảnh quan. Đây là quá trình tai biến tiềm ẩn, cần được tính đến trong quy hoạch môi trường, nhưng là những biến động tất yếu không thể tránh khỏi.

Hang hốc ngầm thường được tạo ra do hoạt động khai thác mỏ, xây dựng hầm giao thông, hoạt động karst. Ở nơi có các hang hốc biệt lập tạo ra do khai đào một vỉa ngầm riêng biệt, ở nơi mà các hang hốc này được phân cách bằng các trục đỡ thì sụt lún có thể chỉ hạn chế ở các diện tích nằm ngay trên nóc hang. Sự xuất hiện các hầm khai thác biệt lập gây ra trường ứng xuất cục bộ tác động lên một thể tích đất đá hình ellipsoid xung quanh hầm. Các ứng suất ép có xu hướng đẩy các đá về phía không gian trống. Ứng suất ép cực đại tác động lên phần trần và sàn của hầm (do tải trọng đất đá đè trên hầm tạo ra) làm cho trần và sàn của hầm ngầm bị vồng lên, cho đến lúc nào đó sẽ bắt đầu xuất hiện các khe nứt cắt phá các đá trên trần và sàn hầm, làm các đá trên nóc hầm sụt xuống, tạo ra một không gian trống mới trên nóc của hầm cũ. Theo thời gian, quá trình sụt lở phát triển lên phía trên. Khi khoảng trống đạt đến mặt đất, một hố sụt hay lún được tạo ra.

Khi có nhiều hang hốc rỗng nằm cạnh nhau (do mở rộng quá trình khai thác hầm lò hoặc xuất hiện thêm các hang karst mới) các cột trụ có thể trở thành không đủ vững. Khi đó xuất hiện một võng sụt rộng, được bao bọc bằng các khe nứt tách dãn. Trong võng sụt có thể có nhiều hố sụt riêng lẻ phát triển trực tiếp trên từng hố ngầm bên dưới (hình 15).

Khoảng thời gian khi vòm hang hay một hang hốc rỗng bị sụt cho đến khi mặt đất bị lún phụ thuộc vào tốc độ biến dạng của đất đá. Sự biến dạng này phản ánh sự thay đổi ứng suất gây ra do quá trình khai thác hầm lò, tốc độ khai thác, sự thay đổi bản thân của đất đá và chế độ nước dưới đất, sự

tự cháy trong hầm lò của mỏ than, việc mở thêm các hầm lò mới ở lân cận.



Hình 15. Mặt cắt phối cảnh của võng sụt

A. Võng sụt tổng hợp trong vùng khai thác hầm lò

B. Phễu sụt trên họng Karst (Raveling)

Lún sụt trên các hang ngầm karst có thể diễn ra theo hai kiểu:

- Kiểu thứ nhất: Hang ngầm được bảo vệ bằng một trần đá lót dưới một lớp phủ bở rời trên mặt. Sự sụp đổ của vòm hang sẽ tạo ra các hố sụt karst (sinkhole).

- Kiểu thứ hai: Các hang ngầm được thông lên gần mặt đất nhờ các họng karst. Quá trình lôi kéo của lớp vật liệu vụn bề mặt qua các họng xuống phía dưới rồi phân tán theo các dòng ngầm, dần dần làm cho các tầng phủ phía trên bị lún xuống, sau đó xuất hiện các hố sụt. Quá trình này ngừng lại khi các họng được lấp đầy.

Điều kiện thời tiết xen kẽ mùa khô và mùa mưa, sự bơm hút nước ngầm từ các hang ngầm karst có thể làm xuất hiện đột ngột các hố sụt, vì khi nước ngầm di chuyển nhanh chóng sẽ làm quá trình xói ngầm tăng.

** Dự báo và ứng xử lún sụt*

- Hoàn toàn có khả năng xây dựng các bản đồ dự báo các vị trí có khả năng xảy ra lún sụt. Ở vùng mỏ, cần có các bản đồ phân bố hầm lò, chiều dày tầng đất đá trên mái hầm lò, lịch sử lún sụt trên các hầm lò có kiểu cấu trúc tương tự. Trong các vùng khai thác nước ngầm, cần có số liệu về diện tích vùng hạ thấp mực nước ngầm và biên độ hạ thấp. Có hai kiểu dự báo:

- Dự báo diện tích: lập các bản đồ dự báo vị trí và độ sâu các lún sụt nếu xuất hiện sự suy giảm mực nước ngầm hoặc nếu đất đá bở vụn bị lôi cuốn xuống vị trí sâu hơn.

- Dự báo khẩn cấp: đối với vùng mỏ cần có tài liệu về đặc tính cơ lí của đất đá. Vùng khai thác nước ngầm cần các số liệu về mặt cắt trầm tích và tốc độ tiêu thoát của nước ra khỏi các lớp trầm tích.

- Để dự báo diện tích lún sụt ở vùng mỏ, cần tổng hợp các tài liệu về sự phân bố các vùng đã khai đào, độ sâu của hầm lò, vị trí các lún sụt đã xuất hiện, các vùng cháy mỏ. Chia diện tích bản đồ thành 3 nhóm khoanh vi như sau:

1. Vùng cháy mỏ và đã xuất hiện lún sụt trầm trọng.

2. Vùng trước đây đã có lún sụt.

3. Vùng có các vỉa than có thể lún sụt khi công việc khai thác tiếp diễn.

Với các vùng karst, dự báo lún sụt được tiến hành trên ảnh hàng không cận hồng ngoại. Dựa vào kiểu thực vật để phát hiện những chỗ đột biến của hệ thống nước ngầm do sự có mặt của những hang động ngầm. Trên bản đồ dự báo lún sụt vùng karst cần chia ra:

1. Vùng có tiền sử lún sụt với sự có mặt các hố sụt có vách dốc.

2. Vùng có mặt các hố sụt cổ, nay có thể tái hoạt động do thay đổi chế độ nước ngầm.

3. Vùng hố sụt phân bố dày đặc.

Những vùng có nguy cơ lún sụt cao cần tránh xây dựng các công trình vĩnh cửu, công trình nặng, hạn chế bơm hút nước ngầm, không xây dựng các trạm xử lý nước thải, các kho hóa chất, xăng dầu, thuốc bảo vệ thực vật... để tránh lan toả ô nhiễm khi lún sụt xảy ra.

6. Lũ quét

6.1 Đặc điểm lũ quét

Đó là những trận lũ lớn bất ngờ, duy trì trong một thời gian ngắn và có sức công phá lớn, có sự tham gia của nước chảy tràn cùng các vật liệu tảng, cuội, bùn cát, cây cối lẫn lộn trong nước. Ở thời gian xảy ra lũ thường chỉ trong vài ba giờ hoặc chưa đến một ngày. Khoảng thời gian giữa đỉnh mưa và đỉnh lũ chỉ vài giờ. Tốc độ dòng nước rất lớn, kèm theo những đợt sóng tràn do dòng nước bị sức ép của khối vật chất ở trong nước được mang mỗi lúc một nhiều. Lượng vật liệu rắn trong dòng lũ từ 10-15% đến 50-60%. Lưu lượng từ 500 đến 2500m^3/s.

Phần nhiều dòng lũ bùn đá (lũ quét) có mật độ lớn hơn 1,12-1,20 T/m^3, có thể đạt tới 1,50-1,90 T/m^3. Do sự không đồng nhất về thành phần, do bề mặt địa hình lòng sông và đáy thung lũng sông miền núi thường không bằng phẳng, do tốc độ vận động lớn và không đều của các dòng chảy của từng bộ phận, nhất là khi bị tắc nghẽn, tất cả các kiểu lũ bùn đá đều có đặc tính chung là vận động chảy rối.

Động năng của dòng chảy chứa nhiều vật liệu rắn tăng theo tỷ lệ thuận với tích số giữa khối lượng vật chất dịch chuyển và nửa bình phương tốc độ chảy.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Lũ quét có thể sản ra công suất lớn về hoạt động địa chất. Năng lượng của dòng lũ quét lớn, ngày càng tăng trong quá trình chuyển động trên sườn dốc. Tốc độ dòng lũ ở chân dốc thường được tính theo công thức:

$$v = \sqrt{2gx\sin\alpha}$$

v: Tốc độ dòng lũ ở cửa thoát dòng suối chân dốc

x: Chiều dài sườn

α: Độ dốc sườn. Với $\alpha = 30^0$, x = 100m thì v sẽ là 31,3m/s.

g: Gia tốc trọng trường

Với tốc độ này, chỉ cần một lớp nước dày 5cm có thể làm chuyển động những tảng đá có kích thước 2,6m. Nếu sườn dốc hơn, dài hơn và lớp nước dày hơn, động năng của lũ quét sẽ càng lớn, có khả năng cuốn trôi mọi vật cản trên đường vận chuyển. Vì vậy khi lũ tan, người ta thường gặp các loại tảng, dăm, cuội, cát bùn ở khắp nơi.

6.2. Thiệt hại do lũ quét

Lũ quét (lũ bùn đá) là một hiện tượng địa chất, chỉ xảy ra ở miền núi. Nó gây ra những tác động xói lở và vận chuyển, trầm đọng cả những vật liệu có kích thước lớn (tảng). Hoạt động xói lở và tích tụ bùn đá đã gây ra những tác hại cho lãnh thổ, công trình nhà cửa, đường sá, cầu cống, cột điện, đập nước, ruộng đồng, làng bản, thị trấn và cho cả sinh mạng con người. Nó có thể cuốn phăng đi tất cả những gì có ở trên đường đi của nó. Ở thị trấn Mường Lay và dọc theo thung lũng suối Ló Lé ngày 23/7/1994 đã xuất hiện lũ bùn đá phá hủy hoàn toàn 18 ngôi nhà, làm chết và mất tích 16 người. Lũ bùn đá là thảm hoạ thiên tai. Sau khi lũ tan, trên thung lũng là một bãi lớn trơ trụi chạy dài theo thung lũng gồm các tảng đá lớn ngổn ngang cùng dăm cuội lẫn cát sỏi, cát bùn, không còn cây cối gì đứng vững được. Hoặc trận lũ quét lịch sử ở Sơn La ngày 27/7/1994 xảy ra rất nhanh trong khoảng một tiếng đồng hồ, lưu lượng đỉnh lũ đạt 500-600m^3/s. Tổng lượng lũ (tại cầu 308) lên tới 23-25 triệu m^3 nước, gây ra nhiều thiệt hại, thậm chí là còn xô vỡ tan một mỏm núi đá lớn.

6.3. Nguyên nhân và cơ chế lũ quét

Ở Việt Nam, đặc biệt là các tỉnh miền núi phía Bắc, trước kia ít xảy ra lũ quét vì còn rừng. Chỉ những năm gần đây lũ quét xảy ra liên miên, như ở Mường Lay năm nào cũng bị. Điều hiển nhiên là đến nay ở các tỉnh đó rừng còn không đáng kể, như ở Lai Châu rừng chỉ còn 7,8% diện tích tự nhiên, ở Sơn La rừng chỉ còn 11,9% đất tự nhiên (số liệu

đến năm 1994). Vì thế nguyên nhân gây tác động cơ bản là rừng đã bị hủy hoại.

Rừng chống xói mòn nhờ sức cản dòng chảy của cây cối. Khi không còn rừng, ở những nơi do cấu tạo địa chất có lớp vỏ phong hóa vụn tơi, vào mùa mưa lớp đất sườn trương lên, mềm bở ra bão hoà nước, trọng lượng tăng nhanh, lực dính kết lại yếu đi nhiều do sự vụn tơi trong mùa khô, chúng bị dịch chuyển xuống phía dưới, lúc đầu có dạng là trượt chảy trượt trôi, nhưng do lượng mưa rào lớn, chúng vừa bị trượt trôi vừa bị dòng chảy sườn xói cuốn thành một dòng lũ bùn đá đổ xuống chân sườn và cuốn tràn lên thung lũng, để lại đá tảng, cuội, cát ngổn ngang. Lũ quét xẩy ra với các điều kiện sau đây:

- Vùng núi, đất dốc, bị chia cắt mạnh, có độ dốc lớn trên 30^0. Lưu vực không lớn, thường nhỏ hơn $500km^2$, thậm chí chỉ vài chục km^2.

- Vùng bị phong hóa mạnh, có các lớp đất trên sườn vụn tơi vào mùa khô, dễ bị trượt chảy, xói vào mùa mưa.

- Vùng có mưa rào dữ dội, đặc biệt là mưa địa hình. Lượng mưa trong thời gian lũ quét vượt xa lượng mưa cực đại trung bình (lượng mưa ngày cực đại trên 180 mm, lượng mưa trung bình năm trên 1400 mm).

- Vùng đã bị tàn phá thảm phủ rừng, không còn sức chống đỡ lũ quét. Đây cũng là nguyên nhân cơ bản nhất.

- Hoạt động xây dựng của con người trong lưu vực, trên thung lũng, bê tông hóa, nhựa đường hóa, nhiều công trình xây dựng ngăn cản dòng chảy, làm dòng chảy bị tắc nghẽn, giảm sức thấm của mặt đất.

6.4. Biện pháp phòng tránh

- Nghiên cứu dự báo những vùng sẽ xảy ra lũ quét hoặc lặp lại lũ quét dựa trên cơ sở phân tích địa mạo, địa chất, khí hậu - đặc biệt là mưa và mưa địa hình, thảm phủ thực vật và sự hoạt động xây dựng của con người.

- Trồng rừng và bảo vệ rừng, xây dựng các công trình sinh thái phòng hộ ở lưu vực xảy ra lũ quét, xây dựng hồ điều tiết nhỏ trên thượng nguồn các dòng suối.

- Ở những nơi xuất phát của lũ quét (vùng sinh lũ) cần xây dựng các công trình ngăn lũ vừa hạn chế được tốc độ chảy, vừa chống lại sự xâm thực dật lùi gây xói lở mạnh đất trên sườn núi, ngăn chặn được lũ quét tiếp tục được tái diễn.

- Tránh định canh định cư trong vùng có nguy cơ ngập lũ.

- Việc xây dựng công trình, nhà cửa, cầu cống cần có kết cấu và sự bố trí thích hợp, tránh việc ngăn dòng, phủ bê tông tràn lan làm giảm tính thấm của mặt đất.

- Khai thông lòng dẫn.

- Phổ biến biện pháp phòng chống lũ cho cộng đồng.

7. Thổi mòn và cát bay

Thổi mòn và cát bay còn gọi là xói mòn do gió. Đây là một tai biến đáng ngại ở các vùng khô hạn (sa mạc và bán sa mạc) và vùng cồn cát ven biển. Điều kiện để xói mòn gió là kết cấu hạt đất dễ bị phá hủy và gió mạnh thường xuyên.

Nhìn chung, khoảng một nửa khối lượng vật liệu bị thổi mòn dưới hình thức kéo lê. Thông thường, những vật liệu đầu tiên bị thổi mòn là những hạt có đường kính lớn hơn 0,1 mm, vì những hạt nhỏ hơn thường kết vón thành những cục lớn.

Tốc độ gió cần thiết để thổi được các hạt có đường kính lớn hơn 0,1 mm được tính như sau:

$$V = A\sqrt{[(\delta - p)/p].gD}$$

V- Tốc độ gió cm/s; A = 0,1; δ: mật độ vật liệu g/cm^3

g- gia tốc trọng trường

p- mật độ không khí g/cm^3;

D- đường kính hạt vụn cm

Nhìn vào phương trình trên, có thể thấy gió có xu hướng tuyển chọn các hạt nhỏ và nhẹ. Gió hầu như không bị ảnh hưởng bởi gia tốc trọng lực. Gió chỉ có khả năng thổi mòn khi nó đạt được tốc độ 25 - 30 km/h ở độ cao 30cm so với mặt đất, như vậy, yếu tố khoảng trống gió có thể thổi tự do là rất quan trọng.

Khi kết cấu hạt đất bị phá vỡ, các hạt nhỏ hơn 0,1 mm bị thổi bay thành đám mây bụi. Các yếu tố như độ ẩm của đất, tính ghồ ghề của mặt đất, lớp phủ thực vật có ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động thổi mòn. Các nhà nghiên cứu ở Sở Nông nghiệp Hoa Kỳ xây dựng phương trình thổi mòn phụ thuộc vào các tham số sau:

E = f (I.K.C.L.V)

Trong đó: E. Lượng vật chất bị thổi mòn (T/ha/năm)

I. Hệ số khả năng xói mòn của đất

K. Độ lồi lõm của mặt đất

C. Yếu tố khí hậu địa phương

L. Chiều dài khoảng trống

V. Lớp phủ thực vật.

Hoạt động thổi mòn ở vùng khí hậu khô hạn và cồn cát ven biển thực sự là một quá trình tai biến khi có thêm tác động xấu của hoạt động canh tác. Tăng cường số lượng đàn gia súc chăn thả sẽ làm nhiều diện tích không bị che phủ, làm giảm mùn hữu cơ (có tác dụng gắn kết các hạt đất). Hoạt động canh tác phá vỡ kết cấu của đất, làm đất trở nên tơi xốp, giảm độ ẩm. Việc luân canh liên tục cũng tác động đến độ ẩm trong đất và làm đất nhiều lần bị phơi ra trước gió mà không có thực vật che phủ. Khí hậu nóng, khô và hạn hán là yếu tố không kiểm soát được.Do đó việc kiểm soát thổi mòn cần hướng về việc kiểm soát hoạt động canh tác, cụ thể là:

1. Gây dựng các hàng cây cản gió hoặc các cây ngắn ngày nhưng có chiều cao.

2. Trồng xen các khoanh hay giải thảm cỏ chịu gió xen với các dải cây lương thực, thực phẩm khác.

3. Tính toán thời vụ và cây trồng sao cho vào mùa gió chướng (gió mạnh), các cây đã khép tán. Vụ thu hoạch trùng với kỳ gió nhẹ.

4. Tính toán lượng gia súc có sừng chăn thả phù hợp với ngưỡng chịu tải của lãnh thổ. Sự chăn thả quá mức sẽ nhanh chóng tàn phá thảm thực vật vốn rất hiếm hoi và thưa thớt ở vùng khô hạn.

8. Xói lở bờ biển

8.1. Nguyên nhân và thiệt hại

Sự nóng lên toàn cầu do hiệu ứng nhà kính đã làm mực nước đại dương tăng lên do nước bị dãn nở, do tan băng ở hai địa cực và tan băng hà núi cao. Sau đây là các dự báo về sự

dâng cao mực nước đại dương trong tương lai vào các thời điểm khác nhau (so với mực biển 1985).

- Viện Hàn lâm Khoa học Hoa Kỳ (NAS), năm 2085 dâng thêm 70 cm.

- Hoffman và nhiều người khác (1986), năm 2100: 57-368 cm.

- Cục Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (EPA)

Năm 2000:	4,8-17,1 cm
2025:	13 -55 cm
2050:	23-117 cm
2075:	38-212 cm
2100:	56-345 cm

Sự dâng cao mực nước biển do thay đổi khí hậu trên thế giới, ở từng vùng ven biển cụ thể còn được bổ sung thêm nhờ sụt hạ kiến tạo, sụt hạ do bơm hút nước ngầm và tháo khô đầm lầy. Tốc độ sụt hạ do tác động nhân sinh có khi lớn hơn tốc độ sụt hạ tự nhiên hàng chục lần.

Những tác động của môi trường do dâng cao mực nước biển chủ yếu diễn ra ở dải đất thấp ven biển. Phần lớn vùng đất thấp ven biển sẽ bị ngập chìm. Cách ngày này chừng 10 ngàn năm, gần toàn bộ diện tích vịnh Bắc bộ còn là lục địa. Chỉ tính nếu mực nước biển dâng cao thêm 2 m (tính cả thủy triều), sẽ làm chìm ngập trên 20% lãnh thổ Bangladesh, 20% diện tích châu thổ sông Nil (Ai Cập), toàn bộ quần đảo Trường Sa.

Hiện nay, 73% bờ biển bán đảo Malaya đang bị xói lở dữ dội. Người ta tính rằng chỉ cần mực nước biển dâng cao 0,6 m sẽ gây ra tốc độ xói lở bờ biển cát 0,5 m/năm và cứ

dâng cao 20 cm sẽ xói lở mất phần bãi biển rộng 20-30m. Tốc độ xói lở bãi biển hiện nay ở Malaya có chỗ đạt đến 2500m/năm, ở Việt Nam có nơi đến 25m/năm (Hải Hậu). Ở cửa sông Bạch Đằng mỗi năm xói lở mất 37 ha rừng ngập mặn, 31 ha triều thấp, luồng lạch bị bồi tụ bất thường từ nguồn cát xói lở triều.

Các thiệt hại khác thực khó tính thành tiền. Ví dụ mất các bãi biển đẹp sẽ gây thiệt hại cho ngành du lịch và nghỉ dưỡng. Cũng cần phải tính đến chi phí di dân, di chuyển các công trình văn hóa có giá trị, các thiệt hại của nghề cá, của việc nhiễm mặn các bồn nước ngầm ven biển. Một khi các cộng đồng ven biển phải di chuyển chỗ ở, phân tán ra, thì những đặc trưng văn hóa cộng đồng cũng thay đổi, hoà trộn với văn hóa của các cộng đồng khác. Sự hoà trộn này không tránh khỏi những tổn thất lớn về văn hóa của các cộng đồng ven biển.

8.2. Ứng xử tai biến xói lở bờ biển

Để chống mất đất có thể dùng biện pháp xây kè biển. Nếu xây kè biển vững chắc như Hà Lan, thì để đối phó với sự dâng cao mực nước biển 20 cm sẽ mất 4 triệu USD/km, nếu sự dâng cao vượt mực nước biển là 1m sẽ phải chi 10 triệu USD/1km. Những vùng bờ biển không được xây kè, do ảnh hưởng của kè biển ở vùng lân cận, sẽ bị phá hủy nhanh hơn bình thường. Kè biển có thể thành công trong việc bảo vệ các công trình xây dựng trên bờ biển, nhưng lại đẩy nhanh tốc độ xói mòn bãi biển. Sự phá hủy bãi biển có thể xảy ra cách đó nhiều kilomét. Như vậy, kè biển không những không bảo vệ được bãi biển mà còn làm mất bãi biển nhanh hơn. Thiệt hại này đổ lên đầu dân chúng là người cần bãi biển, trong khi chỉ những chủ bất động sản trên bờ là có lợi.

Gia cố cứng đường bờ, đó là một cách bất đắc dĩ, vì nhiều khi mảnh đất nhỏ hẹp trên bờ biển lại là bằng chứng chủ quyền quốc gia đối với cả một vùng biển rộng lớn bao quanh. Tuy nhiên về mặt kinh tế môi trường cần hiểu rõ rằng phí tổn nhằm bảo vệ bất động sản trên bờ biển theo cách gia cố cứng đường bờ là cực kỳ tốn kém và là một quá trình không thể đảo ngược được. Một khi bờ được gia cố, sẽ phải liên tục gia cố trong thời gian dài, sẽ đến lúc chi phí gia cố lớn hơn tổng giá trị của tất cả các bất động sản trên bờ.

Các chủ đất hoặc chủ công trình trên bờ biển hiểu rất rõ thiệt hại do mất đất vì xói lở bờ biển. Họ thường thành công trong việc thuyết phục chính quyền lập các quỹ công ích hoặc trích ngân sách để gia cố bờ biển.

Để tránh chi tiền cho cái "thùng không đáy" này, ngay từ khâu quy hoạch phát triển dải ven biển cần cấm xây cất bất động sản trong một diện tích nằm kéo dài theo bờ biển và có chiều rộng bằng biên độ xói lở bờ biển dự báo trong 50 năm tới (Wong, p.p., 1994)

9. Nhận định chung về tai biến địa chất động lực

Động lực địa chất là phương thức tồn tại, biến cải và tiến hóa của môi trường địa chất. Chúng diễn ra ngay cả khi không có mặt con người. Các quá trình động lực địa chất chỉ trở thành tai biến khi có mặt con người, khi tốc độ của các quá trình vượt quá khả năng thích nghi của cơ thể con người và tính chống chịu của sản nghiệp (nhà cửa, cầu cống, đê đập v.v...). Do đó không phải quá trình tự nhiên mà chính là con người phải chịu trách nhiệm lớn trước những thiệt hại của mình. Những thiệt hại thường xảy ra ở những nơi, những lúc:

- Con người tách mình ra khỏi thiên nhiên, tự cho mình có toàn quyền và có khả năng thống trị thiên nhiên, điều khiển thiên nhiên theo những kế hoạch không phù hợp với thiên nhiên.

- Con người chưa hiểu hết thiên nhiên, chưa tính toán hết, chưa dự báo hết các tác động môi trường do các hành động phát triển gây ra cũng như sức ép môi trường lên hành động phát triển. Thiên nhiên và môi trường có tính khó đoán định, do độ mọi hành động phát triển bền vững phải dựa trên nguyên tắc phòng ngừa. Nguyên tắc này đòi hỏi khi ta chưa rõ những tác hại của môi trường đến dự án phát triển thì phải áp dụng các biện pháp đề phòng ở mức tác hại lớn nhất. Nguyên tắc này đòi hỏi kinh phí lớn, tốn kém, do đó thường bị bỏ qua. Đây chính là cội nguồn của các thiệt hại.

Một khi sự phát triển không hoà hợp với thiên nhiên thì bất cứ quá trình động lực địa chất nào cũng có thể trở thành tai biến. Không chỉ có 7 kiểu tai biến đã được trình bày ở trên mà còn có nhiều kiểu tai biến khác. Những vùng dân cư đông đúc, những đô thị dày đặc nhà cao tầng, những công trình xây dựng quy mô lớn...là những vùng nhạy cảm tai biến.

Để kết luận chương này, có thể nói rằng các tai biến địa chất đã cung cấp một bài học lớn cho sự phát triển: ***"Vì sự an toàn và phát triển bền vững, không phải con người phải chấm dứt khai thác tự nhiên, mà là phải khai thác khác đi"***

Chương IV

ĐỊA CHẤT Y HỌC

Đại cương

Thuật ngữ Địa chất y học (Medical Geology) mới xuất hiện gần đây sau khi các nhà khoa học nhận thấy sự liên quan giữa sức khoẻ con người với đặc tính sinh địa hóa của môi trường địa chất. Nhiều loại bệnh tật phát sinh từ môi trường cư trú. Nhiều bệnh mãn tính không thể chữa được nếu không thay đổi nơi ở. Quan niệm của phương Đông về "đất lành, đất dữ" tuy không phải luôn luôn đúng nhưng là sự đúc kết kinh nghiệm sống nhiều đời về khả năng gây hại của môi trường cư trú. Nồng độ các chất trong MTĐC ngoài ngưỡng sinh thái (quá thấp hoặc quá cao) đều gây hại cho sức khoẻ. Các quá trình ngoại sinh (phong hóa, xói mòn, tích tụ...) có thể làm cho MTĐC nghèo đi hay giàu thêm các chất tự nhiên, gây ra sự mất cân bằng trong các sinh vật. Từ sự mất cân bằng này mà xuất hiện nhiều loại dịch bệnh, giảm tuổi thọ, giảm khả năng sinh sản.

Trong tự nhiên có mối quan hệ ngược giữa nguyên tử lượng và sự phong phú về khối lượng của các nguyên tố trong lớp vỏ ngoài của trái đất, tại đây các nguyên tố nhẹ nhiều

hơn nguyên tố nặng, 99% trọng lượng của các loại đá do 26 nguyên tố trong bảng tuần hoàn tạo ra, và 99% trọng lượng cơ thể người là do 20 nguyên tố đầu tiên trong bảng. Các mô sống của sinh vật chủ yếu gồm 11 nguyên tố, gọi là nguyên tố nền (bulk element) 5 trong số đó là kim loại H, Na, Mg, K, Ca. 6 nguyên tố còn lại là á kim: C, N, O, P, S, Cl, những loài có hồng cầu còn có thêm Fe. Ngoài các nguyên tố nền, còn có các nguyên tố khác tham gia đảm bảo chức năng của các mô, đó là nguyên tố vết (trace elements), là thành phần không thể thiếu được trong chất dinhh dưỡng: F, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Se, Mo, I, Fe (nguyên tố "vết" theo hàm lượng trong tế bào sống). Ngoài ra còn một loại nguyên tố quan trọng khác có tên là nguyên tố định tuổi, gồm Ni, Ag, Al, Ba, vì chúng được tích luỹ dần trong mô theo thời gian.

Các trường địa vật lý (trường phóng xạ, điện trường, từ trường) cũng gây ảnh hưởng lớn đến sức khoẻ của con người, đặc biệt là tác động lên cơ chế di truyền và hệ thần kinh thực vật một cách trực tiếp. Các trường này cũng gây tác động lên con người một cách gián tiếp thông qua sự bùng phát của các vectơ truyền bệnh như muỗi, bọ chét, và một số loại côn trùng.

Nguồn gốc các tích luỹ gây hại của các nguyên tố hay hợp chất trong môi trường gồm hai kiểu:

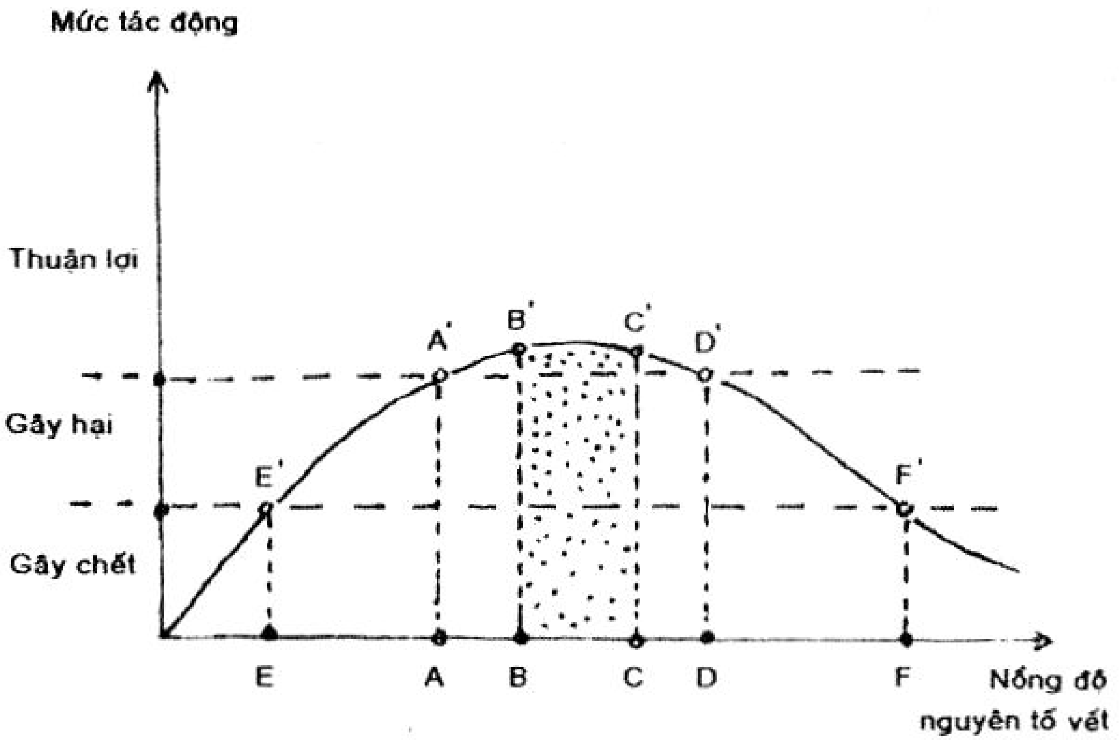
- Tích luỹ tự nhiên do các quá trình địa động lực nội sinh hay ngoại sinh (núi lửa phun, bào mòn, rửa trôi, trầm đọng, phong hóa,...).

- Tích luỹ nhân tạo do hoạt động nhân sinh, mà chủ yếu là hoạt động xả thải.

I. ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ NGUYÊN TỐ VÀ HỢP CHẤT TỰ NHIÊN TRONG MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT LÊN SỨC KHOẺ CON NGƯỜI

1. Ảnh hưởng của các nguyên tố vết

Mỗi một nguyên tố vết có thể gây ra nhiều kiểu tác động đến sinh vật. Ví dụ Selen có thể gây độc ở vùng thứ nhất, gây ảnh hưởng tốt trong vùng thứ hai và không gây tác động gì rõ rệt trong vùng thứ ba. Mấu chốt cơ bản của các ảnh hưởng này là nồng độ của nguyên tố đó nằm trong khoảng nào của ngưỡng sinh thái. Ngưỡng sinh thái là một khoảng nồng độ của một nguyên tố nào đó mà sinh vật thích nghi, bị gây hại hay gây chết (hình 16).



Hình 16. Ngưỡng sinh thái của một nguyên tố và sự phát triển của sinh vật

Các điểm ABCDEF trên hình 16 là nồng độ ngưỡng, mức nhỏ hơn A và cao hơn D: gây hại. Mức AD: có lợi, trong đó BC: thuận lợi nhất (gọi BC là mức optimum). Nhỏ hơn E: gây hại trầm trọng. Cao hơn F: gây chết.

Fluo-F

F tương đối phong phú trong đất đá. Đa phần nguồn cung cấp F là đá phun trào, tuy nhiên hoạt động công nghiệp và sử dụng phân bón cũng góp phần làm giàu F trong đất. F là nguyên tố rất quan trọng để tạo ra CaF_2 làm tăng độ kết tinh của các tinh thể apatit $Ca_3(PO_4)_2$ trong xương và răng, ngăn cản các bệnh mủn răng, sâu răng và tai biến gãy xương. Với nồng độ của F trong môi trường đất là 1 ppm, chỉ số DMF giảm đáng kể (D- decayed (mủn răng), M- missing (rụng răng), F- filled (cao răng). Khi F > 1,5 ppm, thấy hiện tượng phát triển bệnh đốm răng. F = 4 - 6 ppm làm giảm mạnh chứng xốp xương do Cd. F = 8 -20 ppm lại gây bệnh màng xương (các lớp ngoài của xương dày lên và có cấu tạo sợi), và bệnh vôi hóa dây chằng.

Iod - I

Bệnh bướu cổ là do thiếu I là một thí dụ tuyệt vời về mối liên quan giữa sức khoẻ và môi trường. Tuyến giáp cần I để hoạt động bình thường. Con của người mẹ bướu cổ do thiếu I sẽ bị chứng đần độn. Thiếu I cũng gây bệnh ung thư vú.

I được giải phóng vào môi trường nhờ quá trình phong hóa đá, sau đó I bị bay hơi, rơi xuống theo mưa, hoặc được chuyển vào nước chảy ra sông hoặc biển. Biển và đại dương chứa 25% tổng lượng I của vỏ trái đất. Đại bộ phận các hợp

chất chứa I đều dễ hoà tan nên vỏ phong hóa thường nghèo I. Thực vật hấp thụ I khá mạnh, khi chúng bị chết, I tích tụ lại trong lớp mùn cây. Các đất bị rửa trôi bạc màu, mất tầng mùn cây, do đó trở nên nghèo I.

Đặc tính dễ hấp thụ của cơ thể đối với I cũng quyết định đến sự phát sinh bệnh bướu cổ. Các số liệu điều tra dịch tễ học bướu cổ cho thấy: trong môi trường phong hóa đá vôi (có HCO_3^-), I ở dạng IO_3^- khiến cơ thể không hấp thụ được. Nước giàu SO_4^{-2} (phèn) cũng làm cho cơ thể không hấp thụ I. Một số loại thức ăn như sắn, các loại cải thuộc họ Thập tự Brassicia kể cả cải bắp, có chứa các chất cản I. Sự quá dư thừa I vô cơ cũng gây bệnh cường tuyến giáp.

Rõ ràng việc cơ thể thiếu một lượng I cần thiết là nguyên nhân gây ra bệnh bướu cổ và đần độn, một trong những lý do cơ bản là điều kiện môi trường hoặc quá nghèo I hoặc quá giàu chất cản I.

Kẽm - Zn

Kẽm là nguyên tố vết rất cần cho động thực vật. Nồng độ Zn trong đất phù hợp với sinh vật là từ 20 - 40 ppm. Trong đất ở các vùng rửa trôi mạnh, trên các cồn cát gió tạo, kẽm thường rất nghèo. Thiếu kẽm, thực vật sẽ cho năng suất thấp, ít hạt hoặc mất mùa. Các giai đoạn non của động vật và người rất cần kẽm, thiếu kẽm sẽ giảm khả năng lành vết thương, rối loạn tổ chức xương, khớp và khả năng chống chịu của da. Thiếu kẽm cũng gây ra các bệnh mãn tính về mạch máu, ung thư phổi và một số bệnh khác. Việc bổ sung kẽm vào đất là rất có ích trong việc ngăn chặn sự chậm lớn của cây trồng và vật nuôi, tuy nhiên kẽm kém phẩm chất lại hay đi cùng Cd, là tác nhân gây bệnh xốp xương, tim và ung thư.

Chất kẽm rất cần cho các chức năng hoạt động của não đặc biệt là cho khả năng nhớ của não trong một thời gian ngắn. Nhưng kẽm cũng có thể là một chất nguy hiểm. Các nhà nghiên cứu Mỹ nhận thấy rằng lượng kẽm quá nhiều trong nước khoáng sẽ làm tăng những mảng protein tạo ra những thương tổn ở não. Khi những mảng này lớn lên thì khả năng hoạt động của não sẽ kém đi. Chất protein tạo ra một loại chất keo ngay bên ngoài các tế bào và cuối cùng giết chúng. Thông thường chất enzim phá vỡ chất protein sau khi nó hình thành. Nhưng chất kẽm lại giúp tạo ra một lớp vỏ bọc bảo vệ. Những phát hiện trên không nêu ra được tác động cụ thể tác động của chất kẽm trong khẩu phần ăn cũng như đóng góp vào quá trình này như thế nào? Tuy nhiên nếu lượng kẽm quá nhiều sẽ có thể gây ra bệnh mất trí, hoặc làm cho não của những người đã có sẵn căn bệnh thoái hóa não hoạt động tồi hơn.

Thủy ngân - Hg

Thủy ngân trong tự nhiên ở dạng thần sa HgS hoặc thủy ngân tự do. Thủy ngân tự do nhiều trường hợp đọng thành vũng hoặc thành hồ. Thủy ngân có khả năng bay hơi mạnh ở nhiệt độ thường, hơi thủy ngân không màu, không mùi nên rất khó nhận biết. Hít thở hơi thủy ngân gây ra chứng co dật, rụng răng, suy thần kinh, mù, điếc, câm, tê liệt mất thăng bằng. Hg trở nên càng độc khi được vi khuẩn chuyển hóa thành methyl thủy ngân, gây ra bệnh dịch xanh bủng (methamoglobinemia) ở trẻ em.

Trong thủy vực, Hg đã bị hấp phụ bởi cặn lơ lửng, sau đó lắng xuống tập trung trong bùn đáy, từ đó chuyển sang các

tế bào của cá hoặc nhuyễn thể. Người ăn phải thức ăn nhiễm độc thủy ngân có thể bị tàn phế hoặc chết. Nồng độ không gây hại của Hg trong thức ăn và nước uống là dưới 0,5 ppm.

Selen - Se

Ở liều lượng cao hơn 4 ppm, Se có thể được coi là nguyên tố độc hại nhất trong môi trường. Tuy nhiên với hàm lượng trong khoảng 0,1 - 0,04 ppm thì Se lại rất có ích. Người ta thấy thiệt hại do thiếu Se còn lớn hơn thiệt hại do thừa Se.

Nguồn cung cấp Se trong môi trường chủ yếu là hoạt động núi lửa. Người ta tính rằng trong toàn bộ lịch sử trái đất, núi lửa đã cung cấp 0.1 gr Se cho mỗi cm^2 bề mặt trái đất. Se được núi lửa phun ra ở dạng bụi nhỏ liti sau đó được nước cuốn trôi và trầm đọng ở các vùng trũng. Vùng nghèo có liều lượng Se ít hơn 0,1 ppm, vùng giàu Se có thể trên 1200 ppm. Các đất giàu mùn bã hữu cơ thường giàu Se. Thông thường Se trong đất chua ở dạng bền vững khó hấp thụ nên đất dù có giàu Se cũng không gây hại. Đất kiềm làm cho Se bị oxy hóa, trở thành dạng dễ tan và thực vật dễ hấp thụ, ở những vùng đất như vậy có nhiều loài cỏ selen rất độc đối với gia súc, mặc dù lượng selen trong đất có thể không lớn (1 ppm).

Selen có xu hướng tích luỹ trong cơ thể sống. Một số loài thực vật giàu selen chứa trong mô của chúng trên 2000 ppm. Lượng selen trong máu người từ 0,1 đến 0,34 ppm, gấp 1000 lần lượng Se trong nước sông và nhiều ngàn lần trong nước biển. Vì lẽ đó đất giàu mùn và các trầm tích hữu cơ (than, dầu) rất giàu Se, khi đốt than và dầu, người ta đã xả Se vào môi trường.

Xốp xương (Cadmi-Cd)

Sự tích luỹ nhiều Pb, Cd và Zn trong đất và nước có thể gây bệnh xốp xương, làm xương dòn và dễ gãy. Ví dụ nước sông có thể chỉ chứa ít hơn 1 ppm Cd và 50 ppm Zn, nhưng trầm tích đáy sông và thực vật mọc trên bãi bồi sẽ làm giàu các nguyên tố này lên hàng trăm lần. Với khẩu phần thức ăn (gạo, rau) có 100 ppm Cd sẽ làm mất 30% tổng số tế bào xương. Như vậy chỉ cần một vài ppm kim loại nặng, đặc biệt là Cd trong đất cũng đủ gây ra bệnh xốp xương.

Mất cân bằng trao đổi chất

Nước ngầm trong vùng đất chua có khả năng hoà tan nhiều nguyên tố vết trong đất đá. Các nguyên tố này nhanh chóng chuyển vào chuỗi thức ăn trước hết là qua thực vật. Các nguyên tố gây độc hại cho động vật ăn cỏ gồm Be, Cu, Mo, Ni, Co. Trong đó Co, Cu, Mo tác hại đến chức năng trao đổi chất của động vật ăn cỏ, gây rối loạn quá trình lớn, dinh dưỡng, sinh sản, gây thiệt hại đến ngành chăn nuôi đại gia súc.

Bệnh tim

Các nghiên cứu ở Nhật, Anh, Thụy Điển và Hoa Kỳ đều đi đến nhận định rằng những người sinh sống trong vùng nước tương đối mềm sẽ có tỷ lệ mắc bệnh tim cao. Tỷ lệ này đồng biến với tỷ lệ SO_4^{-2}/HCO_3^- trong nước sinh hoạt, với tỷ lệ SO_4^{-2}/HCO_3^- lớn hơn 0,6, tỷ lệ tử vong có thể đạt trên 120/100.000. Có 5 lý do giải thích mối liên quan này:

1. Do sự trùng hợp ngẫu nhiên (?)

2. Nước mềm có tính axit cao, làm hoà tan và giải phóng nhiều nguyên tố vào nước sinh hoạt, kích thích tai biến tim (ví dụ Zn).

3. Một số nguyên tố (ví dụ Mn, Li, Cu,...) vốn có trong nước cứng, có chức năng bảo vệ tim, lại rất ít trong nước mềm.

4. Một số tính chất của nước mềm kích thích bệnh tim.

5. Tổ hợp các nguyên nhân từ 2 đến 4.

Người ta còn nhận ra một quy luật là tỷ lệ chết thấp vì bệnh tim chủ yếu là do sự giàu các nguyên tố vết có lợi, chứ không phải là do quá ít các nguyên tố gây hại. Khi các nguyên tố vết có lợi (ví dụ Mn, Cr, Vs, Cu) xuất hiện quá ít trong đất, tỷ lệ tử vong do bệnh tim sẽ tăng lên.

Ung thư

Ung thư có căn nguyên rất phức tạp và đa dạng, nhưng rõ ràng là liên quan đến điều kiện môi trường, trong đó có tính đến sự có mặt hay vắng mặt một số chất tự nhiên có khả năng bảo vệ con người chống lại ung thư. Các chất gây ung thư trong môi trường có thể do các quá trình tự nhiên hoặc nhân tạo đưa vào. Ví dụ chất thải công nghiệp có Clo (Cl) có thể gây ung thư. Tuy nhiên, điều kiện môi trường rõ ràng có liên quan đến ung thư. Ví dụ sự thiếu hụt Iod trong môi trường rõ ràng liên quan đến sự gia tăng bệnh ung thư vú, nước uống giàu khoáng chất hay gây ung thư dạ dày, độ muối cao của đất vùng bán khô hạn (ví dụ muối Soda, $CaCO_3$, NaCl...) đi kèm theo ung thư thực quản. Mối liên quan giữa môi trường và ung thư không phải chỗ các tác nhân kể trên là nguyên nhân trực tiếp gây ra ung thư, mà chỉ cho biết một khả năng giải quyết vấn đề liên quan giữa môi trường và sức khoẻ.

Người ta cũng đã nhận thấy người dân sống trong vùng đất giàu vật chất hữu cơ thường có tỷ lệ ung thư dạ dày cao.

Các đất giàu hữu cơ thường chứa nhiều Zn, Co, Cr, trong đó Zn và Co là hai thủ phạm chính gây ra ung thư.

- Zn là tổ phần hoạt động của một số hệ thống enzym trong cơ thể người, đồng thời cũng hoạt động trong chức năng tiêu hóa của dạ dày.

- Co là nguyên tố có khả năng kích thích ung thư rất cao.

Tuy nhiên, mặc dù tỷ lệ ung thư dạ dày cao thường xảy ra trong vùng đất giàu chất hữu cơ và nguyên tố vết, nhưng không có nghĩa là ở đâu có loại đất này đều có tần suất cao của ung thư dạ dày.

2. Ảnh hưởng của các hoàn cảnh địa chất đặc biệt

Khí CO_2

Các nguồn nước nóng và nước khoáng thường chứa hàm lượng cảo CO_2. Thông thường CO_2 được thải dần vào không khí. Khi xây hồ nhân tạo hoặc trong các hồ tự nhiên, áp lực cột nước trong hồ đã kìm hãm CO_2 dưới dạng hòa tan trong nước hồ. Ví dụ ở độ sâu 200 m, 1 lít nước có thể hòa tan 7 lít CO_2. Chỉ cần một rung động nhẹ như địa chấn, lở đất, khuấy nước, giông bão, khí CO_2 sẽ bùng thoát khỏi hồ, gây ngạt cho khu vực quanh hồ.

Hồ Nyos (Camơrun) được biết có chứa mấy trăm triệu mét khối CO_2. Ngày 21-8-1976, vụ thoát khí CO_2 đã lặng lẽ giết chết 1700 người và hàng ngàn gia súc quanh vùng trong vòng một đêm. Năm 1939, vụ thoát CO_2 ở hồ Dieng (Java) làm chết 142 người. Các vụ thoát khí nhỏ ở các hồ nhỏ có lẽ vô vàn và ít được chú ý, người ta chỉ coi như những vụ chết đuối do rủi ro.

Sán máng Schistosomiasis

Dịch sán do sán máng gây ra. Nhưng sán máng muốn thành dịch cần điều kiện môi trường thuận lợi: đó là các hồ nhân tạo hoặc sông suối chảy chậm trong vùng nhiệt đới. Những thủy vực như vậy tạo điều kiện phát triển các quần thể, đông đảo các loài ốc ăn nổi như: Oncomelania, Bulinus, Biomphalaria. Các loài ốc này là vật chủ trung gian của ấu trùng sán máng. Sán máng gây ra các bệnh sốt viêm gan, viêm lách, viêm hệ thống tiết niệu và viêm ruột. Đây là một loại bệnh nguy hiểm có khả năng lan truyền cực kỳ nhanh, làm bệnh nhân kiệt sức và mất dần khả năng miễn dịch chống lại các bệnh nhiễm trùng khác.

Trứng sán (d = 0,1 mm) từ người bệnh thải vào hồ trở thành bào tử trùng dị tính miracidium. Khi gặp ốc, chúng chui vào ốc và phân chia vô tính cực nhanh. Một bào tử trùng miracidium trong 6 tháng phát triển thành mấy trăm ngàn ấu trùng có đuôi cercariae dài 0,3mm sống phù du trên mặt hồ. Khi gặp người, ấu trùng này chui qua da, di cư đến tim, phổi, gan, lớn lên (dài 5 - 6 mm) sinh đẻ. Trứng một phần theo nước tiểu ra ngoài, một phần nằm lại trong mô tế bào gây biểu hiện bệnh lý. Trong cơ thể người, sán sinh sản nhanh hơn trong ốc đến 100.000 lần (1 cặp sán máng bố mẹ trong cơ thể người có thể đẻ ra 1 tỷ trứng trong một tháng).

Thế giới có chừng 300 triệu người mắc bệnh sán máng đều ở vùng nhiệt đới. Châu Á (chủ yếu là Trung Quốc) chiếm một nửa số bệnh nhân, Châu Phi có chừng 100 triệu người mắc bệnh, chỉ trong vòng 2 năm sau khi hồ Volta (châu Phi) được xây dựng, 100% cư dân sống quanh hồ đã nhiễm sán máng. Sau khi đắp đập Nasser trên sông Nil, 15 triệu người

sống cạnh sông Nil trở thành nạn nhân của sán máng. Ở Việt Nam chưa phát hiện được sán máng, nhưng bệnh sán máng đã gặp ở biên giới Lào - Campuchia (vùng ven sông Mekong). Sán máng ở Trung Mỹ bắt nguồn từ châu Phi do người nô lệ da đen mang đến từ cuối thế kỷ trước. Quốc đảo Puerto Rico có trên 200.000 người bị sán máng, lúc đầu sán máng chỉ có ở ven sông suối, sau đó lan cả vào các đô thị đông dân.

3. Ảnh hưởng của các trường địa vật lý

3.1. Trường phóng xạ

Trường phóng xạ luôn có sẵn trong thiên nhiên trước khi xuất hiện loài người và vẫn tồn tại khiến con người trở nên thích nghi (đương nhiên với cường độ không cao hơn ngưỡng thích nghi). Tia vũ trụ, các chất phóng xạ tự nhiên trong đất, đá, trong nước, trong cơ thể sinh vật (Radi 226, Cacbon 14, Kali 40...). Trong tự nhiên, chất phóng xạ thuộc:

1. Ba dòng phóng xạ

- Dòng Uran-Radi	92U 238
- Dòng Thori	90Th 232
- Dòng Adini	92U 235

2. Các chất phóng xạ có số thứ tự dưới 82 như: 19K 40, 26 Ca 48, 50 Sr 124, 52 Te 130, 57 La 138, 83 Bi 209.

Đồng vị phóng xạ tự nhiên đáng chú ý trong môi trường địa chất là C14. C14 sinh ra do các hạt Nơtron trong tia vũ trụ bắn phá nguyên tử Nitơ

$$N_0^1 + N_7^{14} \rightarrow C_6^{14} + H$$

$$N_0 + N_7^{14} \rightarrow C_6^{12} + H^3 \text{ (triti)}$$

C14 được hấp thụ vào cây cỏ và xương động vật.

Đồng vị K40 là loại có hàm lượng lớn nhất trong vỏ Trái đất. Độ phóng xạ của K40 ở VTĐ lớn hơn tất cả các độ phóng xạ của các chất khác cộng lại. K40 cũng được hấp thụ vào cây cỏ và xương động vật. Cả hai nguyên tố K40 và C14 được làm giàu lên trong tro. Nhiều trường hợp dùng nhiều tro bón cho cây trồng là cực kỳ nguy hiểm vì chất phóng xạ sẽ được chuyển vào chuỗi thức ăn.

Trường phóng xạ tự nhiên đôi khi cũng có lợi cho sinh vật. Một số cây như hoa hướng dương, củ cải đỏ... chậm phát triển và không ra hoa nếu như trong đất thiếu Uran, Thori, Radi. Chất phóng xạ tích luỹ nhiều nhất trong thực vật vào mùa cây ra hoa và khi quả chín. Tuy vậy, trường phóng xạ tự nhiên cũng gây hại, là một trong những nguyên nhân gây đột biến gen. Các tích tụ phóng xạ tự nhiên có thể gây nhiều tai biến cho con người.

- Hiện tượng phóng xạ

Phóng xạ là hiện tượng phân rã hạt nhân nguyên tử (phóng xạ) để biến thành nguyên tố khác (có thể phóng xạ hay không) kèm theo bức xạ. Có hai dạng bức xạ:

+ Bức xạ hạt: Hạt α, β, proton, nơtron, nơnitro

+ Bức xạ điện từ: Tia gamma, tia rơnghen (X)

Hai loại bức xạ này có thể gây ion hóa vật chất nên còn được gọi là bức xạ ion hóa.

- Hiện tượng ion hóa

Các bức xạ có khả năng đẩy bật electron ra khỏi nguyên tử, biến nguyên tử thành ion dương. Các electron bị đẩy ra, có thể kết hợp với các nguyên tử hay phân tử trung hoà để biến chúng thành ion âm.

Đối với phần lớn nguyên tử, năng lượng cần để ion hóa chúng là 9 - 15 eV. Nếu năng lượng trao cho nguyên tử nhỏ hơn năng lượng trên thì electron không đủ sức bắn ra khỏi nguyên tử mà chỉ bắn ra các vòng điện tử phía ngoài. Ta gọi nguyên tử ở trạng thái này là nguyên tử bị kích động. Electron ở vòng ngoài sớm muộn sẽ nhảy vào chỗ trống ở vòng trong và phát xạ năng lượng dưới dạng tia X hoặc tia tử ngoại.

- Bức xạ hạt

+ Các hạt α đều có năng lượng như nhau khi bắn ra ngoài nguyên tử, có khả năng ion hóa lớn nhưng khả năng đâm xuyên kém, các hạt α trong điều kiện áp suất không khí bình thường chỉ có thể xuyên qua lớp không khí dày 11 cm.

+ Các hạt β là những điện tử (electron) có khả năng đâm xuyên lớn. Những hạt có năng lượng lớn hơn 70 Kev có thể đi qua màng da cơ bản (gọi là lớp bảo vệ dày 0,07 mm hoặc 7 mg/cm^2. Những hạt β nhanh hơn có thể đi qua lớp nhôm dày 5 mm. Tuy thế khả năng ion hóa của chúng không bằng các hạt α. Năng lượng trung bình của bức xạ β bằng khoảng 1/3 năng lượng cực đại của β.

+ Các hạt nơtron được phân loại theo mức độ năng lượng. Khi một nơtron đi qua vật chất có hai khả năng xảy ra: Một là va chạm với hạt nhân nguyên tử theo kiểu đàn hồi hay không đàn hồi, hai là làm phân chia hạt nhân. Trong va

chạm đàn hồi, tổng động năng của các hạt sau khi va chạm sẽ không thay đổi. Trong va chạm không đàn hồi, một phần năng lượng sẽ tạo ra các hạt tự do hay bức xạ...làm cho nhiều phân tử vật chất khác (dưới tác dụng bắn phá của các hạt tự do) trở thành chất phóng xạ cảm sinh.

- *Đơn vị đo lường bức xạ*

+ Đơn vị đo lường bức xạ hạt (bức xạ α) là phân rã/giây, còn gọi là 1 Becquerel. Phân rã/giây là độ phóng xạ của một nguồn, trong đó cứ 1 giây có một phân rã.

1 Becquerel = 1pr/s

1 Curie (1 Ci) = $3{,}7.10^{10}$ Becquerel.

= $3{,}7.10^{10}$ pr/s

= độ phân rã của 1 gam Radi

+ Đơn vị đo lường của bức xạ điện từ (bức xạ γ) là liều chiếu, còn gọi là Rơnghen. 1R là liều chiếu mà phát xạ đi kèm với nó tạo ra trong 1 cm^3 không khí (ở 0^0C và 760mmHg) $2{,}083.\ 10^9$ đôi ion có điện tích bằng 1 đơn vị tĩnh điện cho mỗi dấu. Năng lượng cần thiết cho việc này là 0,113 erg.

+ Đơn vị đo lường liều hấp thụ bức xạ: Rad.

Rad = (Roentghen absorbed dose) là liều hấp thụ bức xạ có năng lượng 100 erg/gr (10^{-2} jun/kg), tính cho 1 gam vật thể hấp thụ bức xạ.

1 Gray = 100 Rad = 1 jun/kg.

+ Liều Rơnghen tương đương với người (Roentgen equivalent man) viết tắt là Rem. Liều 1 Rem là liều hấp thụ bức xạ bất kỳ, có thể gây ra ở người hoặc với một số động vật khác) một tác hại tương đương với 1 Rơnghen.

+ Hệ số chất lượng Q dùng để đánh giá tác hại nhiều hay ít của từng loại bức xạ. hệ số chất lượng Q càng cao phản ánh khả năng truyền năng lượng tuyến tính càng lớn. Q = 1 trong trường hợp bức xạ γ (Rơnghen. electron)- Khi đó với bức xạ Nơtron chậm Q = 2,3. Bức xạ Nơtron nhanh, proton. các hạt có khối lượng tương đương proton: Q = 10, bức xạ hạt α và các hạt nhiều điện tích: Q = 20.

Liều Rem = liều Rad x Q.

- Tác hại của bức xạ ion hóa đến cơ thể

+ Làm chậm quá trình phân bào.

+ Làm đứt các sợi nhiễm sắc. Các đoạn đứt không nối lại được hoặc nối nhầm gây ra ngẫu biến.

+ Tổn thương phóng xạ:

a. Tổn thương tại chỗ: Da bị chiếu xạ sẽ bị viêm đỏ, dẫn đến hoại tử, khi khỏi rất khó liền sẹo, thường gặp ở chi (nếu gặp ở bụng và ngực thường là triệu chứng của bệnh phóng xạ).

b. Bệnh phóng xạ cấp: Bị chiếu bởi các liều cao hơn 200 Rad (với liều chiếu hơn 600 Rad người sẽ chết trong vòng vài ngày đến 1 tuần).

c. Bệnh phóng xạ mãn: Thường bị chiếu bằng liều nhỏ hơn liều cho phép. Khi tổng liều chiếu tích luỹ lại cao hơn 200 Rad sẽ xuất hiện bệnh (tổn thương, hủy hoại hệ thống tạo huyết, giảm số lượng hồng cầu, bạch cầu và tiểu cầu, chảy máu ở da và nội tạng, sức đề kháng giảm, dễ bị nhiễm trùng).

Khi bị chiếu xạ, các giác quan con người không nhận thức được. Tới một liều nào đó cơ thể có phản ứng như sốt cao, nôn mửa, sau đó là một thời kỳ thầm lặng dài hay ngắn tùy liều chiếu cho đến khi phát bệnh. Chiếu xạ gây tác hại khác nhau đến các cơ quan khác nhau:

- Dịch hoàn và buồng trứng: ung thư, rối loạn sinh sản, đột biến di truyền.

- Hệ thống tạo huyết: ung thư máu

- Phổi: ung thư (nhất là khí Radon).

- Tuyến giáp, vú, dạ dày, ruột già, gan, tuyến nước bọt: ung thư.

- Trẻ em và phụ nữ có mang cực kỳ nhạy cảm với bức xạ ion hóa

* Các chất phóng xạ là nguồn bức xạ ion hóa, chỉ cần một khối lượng nhỏ cũng có khả năng gây hại đến cơ thể.

* Không có thuốc loại trừ tính phóng xạ, không thể dập tắt hiện tượng phóng xạ. Phóng xạ chỉ mất đi dần theo thời gian, nhưng rất lâu dài.

* Mỗi chất phóng xạ có các cơ quan khu trú đặc biệt trong cơ thể.

* Mỗi chất phóng xạ sau khi phân rã, lại tạo ra các chất phóng xạ mới và các chất đồng vị phóng xạ nhưng cũng có độc tính.

- Sự tích luỹ các nguyên tố phóng xạ tự nhiên trong môi trường địa chất

Các khoáng vật xạ chứa Uran và Thori thường có mặt trong các đá biến chất (chủ yếu là đá phiến kết tinh) và đá

macma (chủ yếu là đá granit) với tỷ lệ nhỏ. Tiêu chuẩn môi trường của Liên Xô cũ là cường độ xạ γ nhỏ hơn 19 μ R/h. Tiêu chuẩn tạm thời về an toàn bức xạ γ của Việt Nam (1983) là nhỏ hơn 29 μ R/h. Tuy nhiên trong tự nhiên, các đá phiến biến chất, một số loại đá granit hoặc đá sét than có thể tạo ra các dị thường xạ địa phương cao hơn tiêu chuẩn môi trường vài ba lần.

Hoạt động phong hóa đã làm phân rã các đá, giải phóng các khoáng vật chứa nguyên tố phóng xạ (ví dụ các khoáng vật monazit, zircon, thậm chí uranit). Những khoáng vật này thường vững bền trong vỏ phong hóa, do đó chúng thường được nước lôi cuốn đi cùng với cát, sau đó tích đọng lại ở các vị trí thuận lợi ven sông, ven biển. Gió làm vai trò tuyển quặng bằng cách thổi bay các hạt cát nhẹ. Các hạt khoáng vật xạ là khoáng vật nặng, được giữ lại, trở nên giàu hơn, tạo ra các thân sa khoáng cùng với các khoáng vật nặng khác (ví dụ ilmenit). Những nơi như vậy cường độ phóng xạ có thể đạt đến hàng trăm, thậm chí một vài ngàn μ R/h.

Ngay bản thân nhiều khối đá macma có thể tự nhiên đã chứa rất giàu khoáng vật chứa xạ, trở thành một kiểu mỏ phóng xạ tự nhiên.

Nước ngầm khi chảy qua các tầng đất đá có phóng xạ, có thể rửa lũa đất đá và mang các nguyên tố phóng xạ ra khỏi đá dưới dạng cation. Loại cation xạ này khi viễn du theo dòng ngầm hoặc nước mặt, thường hay bị các keo hữu cơ (thường có trong lớp than bùn hoặc các loại bùn giàu chất hữu cơ) bắt giữ, khiến cho ở nhiều vùng, bùn hữu cơ và than bùn có tính phóng xạ rất cao. Các loại bùn hữu cơ nhiễm xạ hình thành trong lịch sử địa chất, có thể bị biến thành loại

đá phiến sét than. Sét than giàu phóng xạ là loại không hiếm gặp trong tự nhiên.

Những loại đất đá giàu phóng xạ có thể gặp nhiều nơi ở Việt Nam và ít được người địa phương chú ý. Nguy hiểm hơn khi các loại than đá (lẫn sét than chứa xạ) được sử dụng để đốt. Các khoáng vật xạ không thể bị đốt cháy để sinh nhiệt, trở nên được làm giàu trong xỉ than. Các bãi xỉ than của nhà máy nhiệt điện, của các lò gạch ngói địa phương trở thành nguồn ô nhiễm xạ đáng kể, nhất là khi loại xỉ này nằm ngay trong các khu dân cư, thậm chí được đúc thành loại gạch không nung để xây cất nhà cửa. Than đá và sét than ở mỏ Nông Sơn (Quảng Nam) là loại như vậy. Đáng lý ra cần coi chúng là một loại quặng phóng xạ.

3.2. Trường địa nhiệt

Trái đất tự thân là một nguồn nhiệt khổng lồ. Hàng năm trái đất bức xạ lên bầu khí quyển một lượng nhiệt khoảng $6,5.10^{27}$ erg, bằng năng lượng hàng chục lần lớn hơn năng lượng tổng cộng của các trận động đất và núi lửa. Nhiệt độ trung bình/năm của khu vực là sự phối hợp giữa trường địa nhiệt và nhiệt mặt trời, có ảnh hưởng rất lớn đến đời sống của côn trùng.

Nhiệt độ mặt đất (ở độ cao 2m) từ 22 - 23^0C rất phù hợp với muỗi Aedes - aegypti truyền bệnh sốt xuất huyết và muỗi Culex tritaenierhinchus truyền bệnh viêm não Nhật Bản.

Nhiệt độ mặt đất 25 - 30^0C thích hợp với ruồi nhặng truyền bệnh tả và bọ chét Xenopsylla cheopsis truyền bệnh dịch hạch.

Tất nhiên đối với các loại dịch bệnh lan truyền nhờ côn trùng, nhiệt độ mặt đất chỉ là một trong số các điều kiện môi trường giúp cho bùng phát.

II. Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT VÀ SỨC KHOẺ

1. Chất gây ô nhiễm

Đất và nước có thể bị nhiễm bẩn bởi các chất nhân tạo do con người, nước hay không khí mang đến như phân bón, thuốc trừ sâu, rác rưởi ... Số lượng và các biến thể của chất ô nhiễm khá lớn, do đó cần phải phân loại chúng thành các nhóm. Người ta chỉ quan tâm đến chất gây ô nhiễm khi nào nó tập trung đến mức độ gây hại hoặc ảnh hưởng đến chức năng hoặc đặc tính của một hệ sinh thái. Để gây hại, chất ô nhiễm phải tìm được một lối đi dẫn đến mục tiêu. Chất ô nhiễm phải được tập trung đến một nồng độ nhất định cao hơn phông, vì sinh vật và hệ sinh thái đều có khả năng thích ứng với nồng độ phông của chất ô nhiễm.

Khi một chất ô nhiễm đạt đến mục tiêu, tác động cơ bản là ảnh hưởng có hại đến sức khoẻ một cách cấp tính. Ở người, đó là những triệu chứng như nôn mửa, tấy da, viêm phổi, đau mắt, chóng mặt. Ở quần thể động vật, tác động sức khoẻ cấp tính có thể dẫn đến tình trạng chết đột ngột. Ví dụ như cá chết ở các thủy vực bị nhiễm bẩn.

Tác động sức khoẻ cấp tính không phổ biến như tác động sức khoẻ một cách từ từ (mạn tính). Tác động mạn tính thể hiện bằng một số loại dịch bệnh, sự giảm liên tục chức năng gan, thận, phổi, hệ thần kinh trung ương, ung thư, hệ thống di truyền, giảm khả năng sinh sản... Tác động chậm

rãi nhưng lâu dài này là cực kỳ nghiêm trọng, cực kỳ khó xác định bởi vì đa phần chúng đã có mặt sẵn trong quần thể ở các điều kiện bình thường.

Các nhóm chất ô nhiễm gồm:

a. Vi sinh vật gây bệnh

Chúng chủ yếu phát sinh trong chất thải của người và động vật. Nhóm này bao gồm vi khuẩn, virus gây bệnh dịch như bệnh viêm gan, viên não, sốt thương hàn, chúng cũng gây ra các bệnh đường ruột. Ví dụ một trận dịch thương hàn đã bùng nổ ở Hoa Kỳ do ăn phải các sò ốc bị ô nhiễm bởi nước cống.

Chỉ thị tiêu chuẩn về ô nhiễm do vi sinh vật sinh ra từ phân là các vi khuẩn dạng coliform mà đại diện là E.coli, và các vi khuẩn tương tự thường xuất hiện trong phân. Tự thân các vi khuẩn coliform không phải là loại gây bệnh nhưng chúng là chỉ thị mức độ ô nhiễm có tiềm năng gây bệnh nguy hiểm. Các vi khuẩn coliform có nguồn gốc không phải từ phân có thể cũng được phát hiện. Chúng thường chỉ rõ sự ô nhiễm trước đây do phân hoặc các nguồn bẩn khác.

b. Các hóa chất vô cơ

Các hợp chất vô cơ và các thành phần của chúng thường có mặt ở trong đất hoặc nước chưa nhiễm bẩn. Vì thế cần phải xác định hàm lượng tự nhiên (hàm lượng phông) của các tổ phần này trước khi định xác định mức độ gây nhiễm. Các chất gây nhiễm vô cơ (không kể các chất phóng xạ sẽ tách thành nhóm riêng) gồm: Cl^- kim loại nặng kể cả Pb, Hg, Cd, Cr, Ni, Phốt pho hữu cơ (thường xuất hiện dưới dạng PO_4^{--}) Nitơ dưới dạng ion nitrat NO_3^- hay nitrit NO_2^-, lưu huỳnh

(thường xuất hiện dưới dạng ion SO_4^{--}). Tổng tất cả các chất không tan được gọi là TDS.

Các hóa chất vô cơ, nhất là kim loại nặng có thể là những chất độc. Hg trở nên độc hơn sau khi được vi khuẩn chuyển thành dạng thủy ngân methyl. Nitrit trong nước ngầm là nguyên nhân gây độc đối với gia súc và gây ra bệnh dịch xanh bủng ở trẻ con. Nhiễm bẩn hồ ao bằng chất phốt pho hữu cơ và nitrogen có khả năng kích thích sinh trưởng của các loại tảo đặc biệt, làm giảm chất lượng nước và sự đa dạng sinh học trong các thủy vực này. Các thủy vực bị nhiễm axit cũng sẽ thay đổi cơ bản hệ sinh thái.

c. Hóa chất hữu cơ

Gồm hàng ngàn hóa chất tổng hợp được sử dụng trong công nghiệp, thuốc trừ sâu, thuốc men, chất độn thực phẩm, thuốc diệt cỏ, chất độc hóa học màu da cam... Một số chất ô nhiễm phổ biến như - Hydrocarbon có clo,trọng lượng phân tử thấp như: Trichlorethylena,. carbon tetrachloride, tetrachlorethylone, 1,2-dichlorethane, vinyl cloride - chất diệt sâu như: toxaphone, endrin, methoxychlor, lindane, 2,4-D, 2,4,5-D, DDT. Các loại chất hữu cơ gây nhiễm khác như: polybrom biphenyls (PBBs), Polychlor biphenyls (PCBs), dioxin, benzene v.v...

Các hydrocarbon trọng lượng phân tử thấp như trichlorethylene và vinyl chloride được biết rõ là những tác nhân gây ung thư trong động vật thí nghiệm và người, ngay cả với hàm lượng thấp.

d. Chất phóng xạ

Các nguyên tử mang tính phóng xạ, khi phân rã sẽ trở thành các nguyên tử phóng xạ khác hoặc nguyên tử không

phóng xạ. Ví dụ C^{14} phân rã thành Ni^{14} và giải phóng một điện tử. Mỗi nguyên tử phóng xạ được đặc trưng bằng một chu kỳ bán phân hủy, tức là thời gian cần thiết để phân rã 1/2 khối lượng chất phóng xạ ban đầu. Ví dụ chu kỳ bán phân hủy của C^{14} là 5730 năm.

Các nguyên tử phóng xạ có nguồn gốc từ các vật liệu phóng xạ tự nhiên hoặc do sử dụng vũ khí hạt nhân. Những chất phổ biến gồm: Triti H^3, Cesi Cs^{137} , Radon Ra^{227}, Krypton Kr^{85}, Uran U^{238}, Stronti Sr^{90}, Iod I^{131}, Pluton Pu^{239}, Uran U^{235}

2. Nguồn ô nhiễm

Kể có hàng trăm nguồn ô nhiễm khác nhau. Mỗi nguồn có một tập hợp riêng của các tác nhân gây nhiễm, gắn kết với hệ thống thủy văn theo những cách khác nhau. Có hai loại nguồn ô nhiễm chính: loại nguồn dưới đất và loại nguồn từ không khí.

Loại nguồn ô nhiễm dưới đất gồm hai nhóm lớn: nguồn điểm và nguồn diện. Loại thứ nhất là các tác nhân gây nhiễm xuất hiện trên bản đồ dưới dạng các điểm tách biệt nhau, dễ xác định và giám sát hơn loại thứ hai. Xác định loại nguồn điểm tùy thuộc vào tỷ lệ bản đồ.

* Các loại nguồn điểm gồm:

1. Chỗ chứa phân rác (chất thải gia đình)

2. Nơi chứa và xử lý rác thải đô thị (rác thải gia đình và công nghiệp)

3. Vùng đất xả bùn và nước cống (cặn bã từ hệ thống xử lý nước cống đô thị).

4. Chuồng trại gia súc (chất thải động vật)

5. Bãi thải công nghiệp

6. Bãi thải hầm mỏ

7. Nơi khoan (làm xuất lộ nước khoáng hóa)

* Các loại nguồn diện gồm:

1. Vùng nông nghiệp và đồng cỏ dùng phân hóa học và thuốc trừ sâu.

2. Vùng đất được tưới tiêu (phân tán các khoáng chất trong nước tưới).

3. Đô thị (dầu, xăng, các chất đổ vãi)

4. Khí ô nhiễm (xả ra từ ống khói, xe cộ thải khí...).

Loại nguồn ô nhiễm từ không khí gồm: các nhà máy điện dùng năng lượng than, dầu, điện, hạt nhân, nhà máy hóa chất, xưởng tuyển khoáng, tất cả mọi loại động cơ đốt trong, lò đun củi ...

3. Quá trình ô nhiễm môi trường địa chất

a. Đại cương

Đất và nước bị ô nhiễm từ từ. Quá trình ô nhiễm xảy ra qua nhiều giai đoạn. Quá trình này tùy thuộc vào tính chất của nguồn ô nhiễm, đặc tính của môi trường bị gây nhiễm, đặc tính của mỗi tác nhân gây nhiễm khi vận chuyển trong môi trường. Quá trình ô nhiễm thường rất phức tạp, tuy nhiên có thể xác định được một số nguyên tắc chủ yếu trong từng giai đoạn của quá trình ô nhiễm:

Chất gây nhiễm có thể thấm vào đất, nước mặt, nước ngầm một cách trực tiếp hoặc qua các yếu tố trung gian. Ví

dụ các chất phóng xạ (bụi) có thể lắng thẳng xuống mặt đất hoặc rơi xuống nước. Nếu chúng rơi xuống đất chúng có thể bị các dòng nước vận chuyển tới một thủy vực, hoặc có thể bị tải xuống một bồn nước ngầm rồi sau đó mới được tải đến một thủy vực. Đặc tính của sự ô nhiễm sẽ phụ thuộc vào con đường tải tác nhân ô nhiễm.

Các tác nhân ô nhiễm khác nhau có hành vi khác nhau. Sau khi đến một môi trường riêng biệt hoặc bị tải đến môi trường đó bằng những con đường riêng biệt, hành vi đó tùy thuộc vào:

- Tính ổn định (khó bị phá hủy) của các tác nhân ô nhiễm
- Tương tác giữa chất gây nhiễm và môi trường
- Tương tác giữa các chất gây nhiễm với nhau.

Một số chất gây nhiễm không bền vững, chúng bị phân hủy theo thời gian. Các chất ô nhiễm phóng xạ là một ví dụ điển hình về sự phân hủy chậm chạp. Các chất phóng xạ thường có chu kỳ bán hủy khác nhau, với Tritium H^3, chu kỳ bán hủy đó là 1233 năm.

Do sự tự phân rã, sự ô nhiễm chất phóng xạ sẽ giảm đi nếu môi trường không tiếp tục bị bội nhiễm.

Thời gian bán phân hủy cũng được sử dụng để miêu tả sự phân rã của các chất không phóng xạ. Ví dụ thuốc diệt sâu DDT dần dần bị phân hủy thành các hợp chất mới, trong đó có những chất độc, có những chất không độc. Chu kỳ bán hủy của DDT cỡ 10 - 20 năm. Khái niệm về thời gian bán hủy của các chất ô nhiễm hữu cơ cũng rất cần thiết để đánh giá thời gian làm giảm nồng độ ô nhiễm.

b. Quá trình ô nhiễm MTĐC từ các nguồn không khí

Ô nhiễm đất và nước do sự lắng đọng các chất gây nhiễm từ không khí là cực kỳ đáng lo ngại. Các chất đó được gọi chung là chất rơi lắng. Các chất rơi lắng được tách ra khỏi nguồn gây nhiễm, được các dòng khí vận tải, sau đó lắng xuống (hoặc rơi xuống theo mưa) trên mặt đất và các thủy vực. Mưa axit ở Nauy, Thuỵ Điển và Hoa Kỳ vào những năm 1955 - 1965 do đốt than đá là những ví dụ kinh điển.

Mưa axit rơi xuống hồ, sông ngòi, đất, đá gốc tạo ra sự biến đổi môi trường theo những cách khác nhau. Đối với thủy vực, quá trình mưa axit gây ô nhiễm dần dần theo các giai đoạn sau:

(1) Thủy vực (ao, hồ, sông ngòi) nhận được mưa axit làm độ pH của nước giảm dần. Tuy nhiên việc giảm pH của nước là rất chậm vì nước thường chứa một lượng kiềm ở dạng ion bicacbonat HCO^-_3 có khả năng trung hoà lượng axit rơi xuống. Khi đại bộ phận lượng kiềm bị trung hoà, quá trình ô nhiễm nước hồ chuyển qua giai đoạn 2.

(2) Tiếp tục mưa axit làm giảm pH nhanh chóng, pH của nước < 5.0.

(3) Giai đoạn 3 bắt đầu khi pH xấp xỉ 4,5 và ổn định ở mức này cho dù vẫn tiếp tục mưa axit.

Thời gian diễn ra quá trình gia tăng ô nhiễm từ giai đoạn 1 đến 3 kéo dài hàng năm.

Axit hóa các thủy vực có khả năng giết chết các loài thủy sản, đặc biệt tác hại khi mưa axit xuất hiện vào mùa sinh đẻ của chúng. Hầu như không có loài thủy sinh vật nào sống được trong các thủy vực có pH< 4,5. Quá trình axit hóa

cũng dẫn đến việc hoà tan nhôm và các ion kim loại khác từ đất đá, việc gia tăng nồng độ các ion kim loại cũng gây hại cho cá, các loại thủy sinh khác và sức khỏe con người.

Mưa axit ít gây hại đối với đất đai và thủy vực ở vùng đá vôi vì nồng độ cao của $CaCO_3$ ở đó có khả năng trung hoà lượng mưa axit rất lớn. Những vùng không có $CaCO_3$, lớp đất mỏng, sự thay đổi pH trong các thủy vực diễn ra song song với sự thay đổi pH trong nước mưa. Những vùng đó được gọi là vùng nhạy cảm mưa axit. Nghiên cứu tác động của mưa axit đối với các thủy vực và đất trồng trọt, do đó, cần có những tài liệu về bản chất hóa lý của vùng đất nghiên cứu.

Mưa axit có khả năng gây suy thoái thảm thực vật kể cả thảm rừng. Mưa axit gây ô nhiễm chừng 50% diện tích Bắc Mỹ, với độ ô nhiễm nặng nhất (pH = 4,5) ở miền Đông, ở đây có nơi pH < 4,4.

Mưa axit là vấn đề khu vực và toàn cầu. Do sự vận hành của các khối khí mà thông thường nơi hứng chịu mưa axit và nguồn gây ô nhiễm nằm cách xa nhau, thậm chí ở những huyện, tỉnh hoặc nước khác nhau.

c. Ô nhiễm nước ngầm từ các nguồn ô nhiễm điểm

Thông thường, nguồn ô nhiễm nước ngầm phổ biến chất thuộc nhóm điểm là chỗ chứa phân rác thải của các gia đình, nghĩa địa và bãi rác thành phố. Mỗi một hố phân rác thường là nơi thải của từng gia đình, ở đó các chất thải hữu cơ bị phân hủy một phần, sau đó lan toả dần dần vào vùng đất xung quanh. Các chất ô nhiễm trong quá trình lan toả, tiếp tục bị vi khuẩn phân hủy, bị các hạt đất hấp thụ hoặc tự

chúng bị phân hủy dần. Vì vậy, các nguồn gây nhiễm điểm luôn luôn bị vây quanh bởi một quầng ô nhiễm.

Hiện tượng lan toả ô nhiễm do bãi rác đô thị là trường hợp điển hình của các nguồn ô nhiễm điểm. Bãi rác đô thị gồm rác thải gia đình, tro hoả táng và các rác thải công nghiệp lẫn lộn thậm chí cả rác bệnh viên. Việc kiểm soát ô nhiễm được tiến hành nhờ lấy mẫu phân tích từ một mạng lưới các giếng, cắt vào bồn nước ngầm ở bên dưới bãi rác ở một độ sâu xác định. Thành phần hóa học của các mẫu nước từ mỗi giếng được so sánh với thành phần của các giếng không bị ô nhiễm, từ đó có thể xác định mức độ ô nhiễm và vẽ bản đồ các ổ nước rỉ bẩn do rửa lũa rác thải.

Nước rỉ bẩn từ bãi rác chứa các ion rửa lũa trực tiếp từ rác thải, cũng như các hợp chất tạo ra do quá trình phân hủy sinh học rác thải. Các ion cần kiểm soát gồm HCO^-_3, SO^{--}_4, Cl^-, Na^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}. Các loại ion này đương nhiên cũng có mặt trong nước ngầm bình thường không nhiễm bẩn, nhưng có nồng độ tăng cao trong các ổ nước rỉ bẩn. Trong số đó đáng chú ý nhất là Cl^-. Cl^- xuất hiện trong các túi nước rỉ bẩn với nồng độ cao, và được coi là ion đánh dấu vì nó không phản ứng với trầm tích mà nó đi qua, cũng như với các chất khác trong nước ngầm. Các ion kiểu như vậy có tên là ion bảo thủ. Quá trình hình thành các túi nước rỉ bẩn có thể được giải thích như sau:

- Nước mưa ngấm qua bãi rác và rửa lũa các chất ô nhiễm từ rác thải.

- Nước rửa lũa ngấm xuống bồn nước ngầm.

- Nước rửa lũa không pha loãng và chảy tan ra trong bồn nước ngầm mà ở dạng các túi nước rỉ bẩn, đặc hơn nước

ngầm xung quanh. Các túi nước bẩn tiếp tục chìm xuống đến độ sâu có hệ thống chảy ngầm khu vực và cùng di chuyển ngang với nước ngầm. Tốc độ chảy trung bình của nước ngầm được tính theo phương trình.

$$v = K(1/n) \times (\Delta h / \Delta l)$$

v = Tốc độ chảy trung bình của nước ngầm

K = Dẫn suất thủy lực

$\Delta h / \Delta l$ = gradient thủy lực

n = Độ lỗ rỗng của đất đá.

Trong quá trình di chuyển, các túi nước rỉ bẩn dần dần trộn lẫn với nước ngầm để hình thành các ổ nước bẩn. Khoảng cách lan truyền của các ổ nước bẩn tính từ nguồn ô nhiễm ngày càng tăng, nồng độ của ion đánh dấu ngày càng giảm do hiện tượng khuếch tán. Cho dù bãi rác thải có ngừng đổ thêm, thì nó vẫn hoạt động như một nguồn gây nhiễm trong nhiều năm. Có thể phủ lên trên bãi rác thải một lớp vật liệu không thấm để ngăn cản hoạt động rửa lũa, nhưng những chất bẩn đã tham gia vào chu trình nước ngầm thì phải đợi nhiều chục năm mới bị phân giải và pha loãng đến mức làm cho bồn nước ngầm trở lại bình thường.

Trong trường hợp có các tác nhân gây độc nằm trong thành phần chất gây nhiễm, việc kiểm soát một ion "bảo thủ" có thể tạo cơ sở thiết lập bản đồ ô nhiễm cho vùng nghiên cứu để từ đó nghiên cứu khả năng gây nhiễm của chất độc. Nếu chất độc không phải là loại "bảo thủ", thì khối lượng nước ngầm nhiễm bẩn không lớn hơn khối lượng nước trong các túi được đo vẽ nhờ ion bảo thủ.

Ví dụ vùng Rocky Mountain Arsenal ở phía Bắc thành phố Denver, Colorado là một trung tâm sản xuất nguyên liệu dùng cho vũ khí hóa học của Hoa Kỳ. Giữa năm 1943 - 1956, chất thải lỏng từ công đoạn sản xuất được trút xuống các hồ không có lớp lót đáy cách nước, xây trên một bồn nước ngầm phát triển trong bồi tích. Chất thải gồm các hóa chất hữu cơ và vô cơ. Sau khi chúng được trộn lẫn trong bể thải, chúng tham gia phản ứng hóa hợp để tạo ra chất độc 2.4,5 - T. Độc tố này ngấm xuống bồn nước ngầm và xuất hiện trong các giếng bơm ở cách các bể nước thải chừng 10km và gây thiệt hại đến nghề nông và con người ở đó.

Ở Hà Nội, ai cũng biết đến trường hợp các chất rỉ bẩn từ thi thể người chết (kể cả mỡ) ở nghĩa trang Văn Điển đã lan toả xuống bồn nước ngầm với bán kính hàng kilômét.

4. Kiểm soát các nguồn ô nhiễm điểm

Ô nhiễm nước ngầm xảy ra tại vô số các bãi thải, đống phân rác, nghĩa địa, ao chuôm, giếng nước thải. Ô nhiễm nước mặt sinh ra ở chỗ các chất thải chảy vào các thủy vực. Các nguồn ô nhiễm điểm có thể dễ dàng kiểm soát nhất.

Các bãi thải là dạng nguồn ô nhiễm phổ biến nhất. Rác thải cần được dồn đống và được phủ bởi các vật liệu đất đá. Các bãi thải lớn dần có dạng hình tháp, nhô cao hơn vùng xung quanh. Các tháp thải gồm nhiều ngăn được ngăn cách nhau bởi các vách đất.

Khả năng gây ô nhiễm từ bãi rác thải tùy thuộc vào chủng loại rác thải, vào quá trình phân hủy rác do vi sinh vật trong điều kiện háo khí ở phần trên bãi thải và trong

điều kiện yếm khí ở phần dưới của bãi thải. CO_2 và CH_4 (Metan) được tạo ra từ quá trình phân hủy này, CH_4 bốc lên và lan toả, trở thành nguồn ô nhiễm. Các dung dịch rỉ bẩn thường chứa nồng độ cao các chất hữu cơ và vô cơ. Người ta đã xác định được 35 loại bệnh truyền nhiễm liên quan với các bãi rác.

Khi mưa xuống, nước rỉ bẩn ngấm xuống bồn nước ngầm. Đây là một quá trình phân đoạn, diễn ra theo cơn. Nếu đáy của bãi thải liên thông với bồn nước ngầm thì nước rỉ bẩn có khả năng lan toả liên tục vào bồn.

Từ cơ chế ô nhiễm trên, có thể thấy rõ cần phải thiết kế các bãi rác thải sao cho có thể kiểm soát sự rò rỉ nước bẩn ở một mức độ có thể chấp nhận được và không gây ô nhiễm vùng xung quanh. Hughes, London và Farvolden (1971) tổng kết phương sách kiểm soát bãi rác thải như sau:

1. Giảm việc tạo ra nước rỉ bẩn

2. Chỉ cho phép nước rỉ bẩn di chuyển trong một diện tích có thể chấp nhận được.

3. Cố định để có thể xử lý nước rỉ bẩn ở một khoảng cách nào đó kể từ bãi thải.

4. Hãm sự phát tán của nước rỉ bẩn để xử lý.

a. Giảm sự hình thành nước rỉ bẩn

Nếu người ngăn trở được nước mưa ngấm vào bãi rác thì có thể kiểm soát được sự hình thành nước rỉ bẩn. Do đó cách rẻ nhất là phủ lên bãi rác một lớp phủ thấm nước kém (ví dụ đất sét, nhựa đường). Cách này không ngăn được hoàn toàn sự hình thành nước rỉ bẩn vì nước ngầm có thể tấn công

bãi rác thải từ phía bên dưới. Vì lẽ đó tốt nhất là chọn chỗ đổ rác thải nằm cao hơn mực nước ngầm. Điều này ở các vùng khô hạn không khó khăn gì, nhưng ở vùng mưa nhiều ẩm ướt thì rất khó tìm chỗ chứa rác thải thích hợp.

b. Kiểm soát sự di chuyển của nước rỉ bẩn trong điều kiện có thể chấp nhận được

Bởi vì đại bộ phận các bãi rác có khả năng tạo ra và phân tán nước rỉ bẩn nên phải làm sao cho nước rỉ bẩn chỉ có thể di chuyển chậm và trở nên vô hại khi di chuyển. Do đó cách tốt nhất là chọn bãi thải bên trên một nền ít thấm như sét, đá phiến kém nứt nẻ.

Khi mà những chỗ đổ rác thuận lợi như vậy không có, cần chọn vị trí sao cho phạm vi gây ô nhiễm chỉ nằm trong một thủy vực nước mặt, hoặc nước rỉ bẩn được dẫn tới một bồn nước ngầm kín.

c. Cố định và xử lý nước rỉ bẩn

Các bãi hay hố rác thải cần được thiết kế sao cho hệ thống xử lý nước rỉ bẩn được lắp đặt ngay khi bãi thải bắt đầu được sử dụng. Một hệ thống xử lý gồm các ống đục lỗ được chôn nằm ngang, hoặc các giếng đào ở trong hoặc xung quanh bãi thải. Các ống thủng lỗ và giếng đào là nơi để bơm hút nước rỉ bẩn. Khi bị bơm hút, hệ thống dòng ngầm bị biến đổi, cản trở quá trình phân tán của nước rỉ bẩn.

Nếu hệ thống dòng chảy địa phương được hiểu rõ, có thể chọn vị trí sao cho nước rỉ bẩn có thể di chuyển đến những chỗ quy định, ví dụ bãi rác thải có thể được đặt trên sườn đồi, ở dưới chân đồi có hồ hay đầm làm nơi hứng nước rỉ bẩn. Khi mức độ ô nhiễm trong hồ hay đầm cao quá mức có

thể chấp nhận, cần tiến hành đào giếng để bơm hút nước rỉ bẩn vào nơi xử lý.

5. Khôi phục các bồn nước ngầm và thủy vực đã bị ô nhiễm

* Khôi phục bồn nước ngầm bị ô nhiễm: Đào các giếng hay hào xung quanh nguồn ô nhiễm, đặt các ống lọc để bơm hút nước đã bị ô nhiễm, đưa các nước bẩn qua một hệ thống làm sạch. Phương án này thường là tốn kém.

* Khôi phục thủy vực bị ô nhiễm: Mục tiêu đầu tiên cần làm là nâng cao hàm lượng oxy hoà tan đến mức trước ô nhiễm và duy trì mức đó. Mục tiêu thứ hai liên quan đến các hóa chất độc trong thủy vực như polychlorin biphenyls (PCBs) hoặc dioxin. Đối với nhiều thủy vực, để giải quyết nhiệm vụ thứ nhất cần kiểm soát và giảm thiểu quá trình sinh sản của tảo, hạ tốc độ của quá trình phú dưỡng trong bồn.

Các chất gây nhiễm thường lắng đọng trong trầm tích đáy các thủy vực và biến chúng thành nguồn gây nhiễm. Nếu các trầm tích này bị che lấp bởi một lớp trầm tích không ô nhiễm, chúng trở nên ít gây hại và nhanh chóng bị lãng quên. Tuy nhiên nếu dòng lũ hay các tác nhân khác xói mòn các trầm tích này và vận chuyển nó đến trầm đọng ở chỗ mới thì cần phải tính đến chuyện nạo vét các trầm tích gây nhiễm này.

6. Kiểm soát chất thải phóng xạ

a. Sự xuất hiện các chất thải phóng xạ

Các lò phân rã hạt nhân dựa trên nguyên tắc phân rã có kiểm soát uraniom 235. Có nhiều kiểu lò phân rã hạt nhân, nhưng đều sử dụng nhiên liệu hỗn hợp U^{235} và U^{238}.

Nhiên liệu hỗn hợp này được nạp vào phòng phản ứng hình trụ hoặc hình hộp vuông đặt trong lò; phản ứng phân rã dây chuyền của uran xảy ra trong phòng phản ứng này. Phản ứng phân rã hạt nhân uran tạo ra nhiều sản phẩm phân rã gồm các hạt nhân mới và năng lượng. Năng lượng dùng để đun nóng chất lỏng (nước, nước nặng, helium, CO_2 ...) chất lỏng có vai trò chuyển năng lượng nhiệt sang turbin phát điện.

Các hạt nhân mới sinh ra trong phản ứng phân rã hạt nhân uran gồm Tritium H^{3+}, Carbon 14, và các nguyên tố actinoid (tức là các nguyên tố có nguyên tử lượng từ 90 - 103). Các hạt nhân mới này đều có tính phóng xạ.

b. Đặc tính của chất thải từ lò phản ứng hạt nhân

Đặc tính của chất thải từ lò phản ứng hạt nhân được quy định từ đặc điểm của lò và của chu trình nhiên liệu hạt nhân được sử dụng. Trước hết quặng phóng xạ được khai thác, nghiền vụn sau đó được chuyển đến khu tuyển để làm giàu. Quặng đã làm giàu được sử dụng để chế tạo nhiên liệu. Nhiên liệu đó được trữ trong phòng chứa rồi phòng chứa được đưa vào lò phản ứng. Khi phòng chứa được tháo dỡ khỏi lò, chúng được chuyển đi vứt bỏ nguyên vẹn. Quá trình từ khi khai mỏ đến lúc vứt bỏ phòng chứa nhiên liệu được gọi là quá trình 1 lần. Khi vứt bỏ phòng chứa, các nhiên liệu thừa (U235) chưa dùng hết sẽ không được dùng lại, mặc dù chúng vẫn có tác dụng. Quá trình thu gom thứ nhiên liệu thừa này được gọi là quá trình tái chế. Ở quá trình tái chế, người ta thu gom U^{235} và Pu^{239} (được tạo ra từ phản ứng phân rã U^{238} trong thời gian vận hành lò (880 ngày).

* Chất thải phóng xạ từ chu trình 1 lần.

Chúng ta thử xem xét các chất thải phóng xạ được tạo ra do một kiểu lò phản ứng nước nhẹ, và gọi là lò phản ứng nước áp lực (còn có các kiểu lò phản ứng khác như: lò phản ứng nước sôi, lò phản ứng hơi nhiệt độ cao).

Sau khi phòng nhiên liệu được đặt trong lò 880 ngày, đủ một chu trình hoạt động, nhiên liệu được dùng hết chuyển thành dạng uran đã phân rã bị nhiễm bẩn bởi các sản phẩm của phản ứng, phòng nhiên liệu được tháo dỡ. Khi tháo dỡ, các chất trong phòng có tính phóng xạ rất cao và cực nóng. (đến 10.000 wat). Nhiệt được giải phóng từ việc phân hủy các sản phẩm phân rã có chu kỳ bán phân hủy ngắn. Sau khi phòng nhiên liệu được dỡ khỏi lò, việc giải phóng nhiệt giảm đi. Chừng 100 năm qua, sức toả nhiệt của phòng từ lò giảm từ 10.000W xuống 100W. Sau 300 năm, nhiệt được giải phóng lại tăng lên nhờ phân rã actinoids.

Kể từ lúc tháo dỡ khối lò, các sản phẩm phân rã phát ra các tia phóng xạ ion hóa. Các nguyên tử Stronti 90 và Cesi 137 là nguồn phóng xạ chính trong 600 năm đầu, và tác dụng phóng xạ chỉ giảm đi vào quãng 1000 năm sau.

Khi tác dụng phóng xạ của các sản phẩm phân rã giảm dần thì của các actinoids lại tăng dần; và sau vài trăm năm, phần lớn phóng xạ được toả ra từ Americium, Neptunium, Pludonium và hai sản phẩm phân rã bền vững là Technetium 99 và Iodine 129. Các nguyên tố này là nguồn tai biến phóng xạ có thể đến trên 10 triệu năm sau khi được tháo dỡ khỏi lò.

Mức độ tai biến sức khoẻ do các nguyên tố phóng xạ thải ra từ lò phản ứng hạt nhân có thể được đánh giá qua

khối lượng nước sạch được dùng để hoà tan các chất thải thành dạng dung dịch an toàn đối với người. Ví dụ 1 lượng Stronti 90 xuất hiện trong 1 tấn phế thải của lò cần phải có 10 tỉ mét khối nước để hoà tan thành dung dịch vô hại. Cả khi phế thải đã bỏ đi 100 năm sau cũng vẫn cần đến lượng nước như vậy. Tùy theo loại nguyên tử phóng xạ, khối lượng nước yêu cầu giảm đến 0 đối với đa phần các sản phẩm là sau khi ra lò từ 10 đến 1000 năm. Nhưng với Thori 229 và chì 210 tình hình có khác. Chúng bắt đầu phát xạ sau khi ra lò chừng 10 ngàn năm và lượng nước cần hoà tan khối lượng Thori 229 và chì 210 trong 1 tấn chất thải, ở 1 triệu năm sau khi ra lò vẫn lên đến 10 triệu m^3 nước sạch.

* Chất thải phóng xạ từ chu trình tái chế.

Các chất thải từ chu trình sử dụng hạt nhân lần đầu có thể được sử dụng lại bằng cách hoà tan trong acid nitric để rút ra U^{235} và Pu^{239}. Các sản phẩm phân rã khác và các actinode được thu gom vào dung dịch acid. Quá trình chiết tách có khả năng giải phóng khí và các nguyên tố có tiềm năng tạo khí như C, H^3, Criptonm, Iodin ra khỏi nhiên liệu. Các nguyên tố này cần được bắt giữ bởi kỹ thuật thích hợp, nếu không chúng sẽ phát tán vào không khí.

Quá trình tái chế tạo ra một tập hợp các chất thải phóng xạ kể cả dung dịch acid, được gọi là chất thải bậc cao cùng với một khối khí được tách ra đã nêu trên. Vì các phế thải này ở những trạng thái khác nhau nên cần có những kỹ thuật xử lý phù hợp. Trong đó có ý nghĩa nhất là kỹ thuật xử lý dung dịch acid nitric.

Các chất thải từ chu trình tái chế ngày nay được trữ trong các thùng kín bằng thép, được làm cho kết cứng. Bước

đầu tiên là tạo ra các vật liệu dạng hạt thông qua một quá trình có tên là thiêu kết (đốt nóng chảy). Các hạt chất phóng xạ được chuyển sang trạng thái kết cứng bền vững hoặc đúc thành thỏi có dạng ống hình trụ dài 1m, hoặc được nung chảy cùng với vật liệu silicat để tạo ra các viên dài 1 cm giống như các silicat tự nhiên. Việc quản lý các chất thải rắn được đúc khuôn này trở nên thuận tiện mặc dù chúng vẫn có tính phóng xạ cao.

c. Hệ thống cô lập địa chất cho chất thải phóng xạ

Cho dù các chất thải phóng xạ có dạng tồn tại như thế nào, chúng cũng cần được cô lập, tránh tiếp xúc với sinh quyển. Một giải pháp hiện đang áp dụng ở các nước thuộc hiệp hội hợp tác kinh tế và phát triển OECD là cô lập các chất thải này trong các tầng đá nằm sâu dưới mặt đất. Các hầm chứa chất thải đào sâu trong các đá được coi là vĩnh cửu, có tên là repositery. Để các hầm này đảm bảo an toàn cho các kế hoạch sử dụng đất và nước, một số tiêu chuẩn cần được xem xét.

- Các hầm chứa chất thải phải bền vững ít nhất 1000 năm

- Chúng phải cách biệt với nước ngầm càng lâu càng tốt

- Nếu không tránh khỏi việc tiếp xúc với nước ngầm, thì các hầm này phải được thiết kế sao cho việc tương tác với nước ngầm của chất thải là ít nhất.

- Con đường lưu thông nước ngầm giữa hầm chứa chất thải và sinh quyển cần được tính sao cho các chất thải khi tách khỏi hầm, phải mất ít nhất 1000 năm mới tiếp xúc đến sinh quyển. Để đạt được mục tiêu đó, người ta dùng kỹ thuật nhiều rào cản (multiple barriers).

Ví dụ ở Thụy Điển, đã xây dựng 2 kế hoạch: Kế hoạch 1 nhằm lưu trữ chất thải từ chu trình tái chế, kế hoạch 2 nhằm lưu trữ chất thải từ chu trình sử dụng nhiên liệu hạt nhân ban đầu theo chu trình 1 lần. Theo kế hoạch 2, các chất thải từ tất cả các nhà máy điện hạt nhân của Thuỵ Điển lúc đầu được đưa tới một hầm thải trung tâm đào trong đá gốc ở độ sâu không đến 100m. Các chất thải được giữ trong các thùng chứa nước lạnh chừng 40 năm. Sau đó chúng được chuyển sang các hộp hình trụ nhỏ có thành bằng đồng dày, đổ đầy chì lỏng chảy. Các hộp này được đặt trong hầm thải gồm nhiều phòng nối với nhau bằng những đường hầm đục trong đá granit ở độ sâu 500m dưới mặt đất. Mỗi hộp được đặt trong một lỗ khoan vào nền phòng. Các hộp này được bao quanh bằng sét hấp thụ (bentonit). Khi mà hầm thải chứa đầy các hộp thải, nó còn được theo dõi thêm một thời gian. Trong thời gian đó nếu có sự cố gì, các hộp đồng sẽ được lấy ra. Nếu hết thời gian theo dõi mà không có sự cố gì, các hầm thải được lấp đầy bằng hỗn hợp phosphat sắt - bentonit và cát và coi như chôn vùi vĩnh viễn chất thải xuống lòng đất.

Các hộp chì - đồng và hầm thải được thiết kế sao cho chúng bền vững ít nhất 1.000 năm. Ngăn cách chất thải với điều kiện bên ngoài có 3 lớp rào cản:

- Vỏ hộp bằng chì và đồng

- Vỏ bao hộp bằng sét hấp phụ ngăn không cho nước thấm vào hộp cũng như hấp thụ các hạt nhân phóng xạ thoát khỏi hộp.

- Hỗn hợp lấp đầy (phosphat sắt - sét bentonit và cát) là hàng rào cản hóa học thứ ba.

Mặc dù các nước sử dụng năng lượng hạt nhân đã vô cùng thận trọng để tránh rò rỉ phóng xạ, nhưng thực tế cho thấy sử dụng năng lượng hạt nhân cũng giống như chơi với lửa. Sau đây là thống kê một số vụ tai nạn hạt nhân gần đây (Báo Lao động ngày 23-4-1996):

Ngày 26/4/1986. Nhà máy điện nguyên tử Trécnôbưn (Liên Xô), đặt tại Ucraina đã xảy ra vụ tai nạn hạt nhân lớn nhất từ trước đến nay. Sau đây là những vụ tai nạn lớn khác:

- 1949-1963: theo các nhà bác học Xô-viết, khoảng 10 nghìn người bị nhiễm xạ hạt nhân từ khu thử hạt nhân ở Semipalatinsk (Kazakhstan), nơi diễn ra những vụ thử bom hạt nhân đầu tiên của Liên Xô.

- Tháng 9/1957: vụ nổ ở nhà máy hạt nhân đã bỏ hoang tại Kytchim, gần Sverdlovsk (miền nam Ural), khoảng 100 người chết và 10 nghìn người phải đi sơ tán.

- 10/10/1957: vụ cháy ở nhà máy sản xuất plutonium Wilscale (sau đổi tên thành Sellafield) tại phía Bắc nước Anh, phun những đám mây phóng xạ vào không khí. Một báo cáo chính thức cho biết hơn 10 người bị chết do ung thư. Tai nạn đạt độ phóng xạ 5/7 theo thang quốc tế.

- 22/1/1968: Một máy bay B-52 của không quân Mỹ rơi xuống gần Thule ở Greenland, làm rò rỉ 400g plutonium-239.

- Tháng 8/1969: Một tai nạn được đánh giá là nghiêm trọng xảy ra tại tổ hợp hạt nhân ở Jiuquan (Trung Quốc).

- Tháng 1 và 2 năm 1974, tháng 10/1975: Ba người bị chết trong vụ tai nạn tại nhà máy hạt nhân Leningrad (Saint Petesburg). Một lượng phóng xạ không rõ đã bị rò rỉ.

- 28/3/1979: 140 nghìn người phải sơ tán khỏi khu vực tai nạn ở Thrê Mile Island (bang Pennsylvania - Mỹ). Phóng xạ chỉ có trong khu vực nhà máy. Cấp độ: 5/7.

- Tháng 8/1979: Rò rỉ uranium ở khu vực hạt nhân bí mật gần Erwin bang Tennessee (Mỹ). Khoảng 1000 người bị nhiễm phóng xạ.

- Tháng 2 - tháng 3/1981: Bốn vụ rò rỉ tại nhà máy hạt nhân Tsuruga (Nhật Bản). Theo con số chính thức có 278 người bị nhiễm xạ.

- Tháng 4/1993: Nổ tại nhà máy hạt nhân bí mật ở Tomsk-7 (Tây Sibêrie) gây ra những đám mây có chứa hơi phóng xạ bao gồm cả uranium-235, plutonium-237 và những nguyên tố phóng xạ khác. Không rõ số nạn nhân.

Những nguy hiểm do sự cố hạt nhân là quá lớn khiến cho gần đây đã dấy lên phong trào phản đối nhà máy điện hạt nhân trên thế giới. Áp lực của phong trào này khiến cho trong vòng 20 năm qua, nước Đức không xây thêm được nhà máy điện hạt nhân nào. Không một nền công nghệ nào hiện nay dám bảo đảm là sau khi chất thải phóng xạ ra khỏi lò phản ứng, chúng sẽ được cách ly an toàn với hệ sinh thái 10 triệu năm đủ thời gian trở thành vô hại.

TỔNG QUAN VỀ Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT

Ô nhiễm MTĐC là vấn đề cực kỳ nan giải đối với hệ thống phòng ngừa. Một phần vì quan niệm của nhiều người hiện nay vẫn cho rằng thiên nhiên là vô tận: đất đai, sông hồ, biển là nơi có thể xả thải bao nhiêu cũng được. Đã có những nước đóng chất thải phóng xạ vào thùng kim loại rồi

đem thả xuống biển. Hành động xả thải không chỉ tác động xấu đến sức khoẻ con người mà còn đe doạ hủy diệt toàn bộ môi trường sống của con người trên trái đất.

Việc kiểm soát, ngăn ngừa ô nhiễm MTĐC vừa là nhiệm vụ khoa học, vừa là nhiệm vụ xã hội. Nhiệm vụ khoa học bao gồm theo dõi các tác nhân gây nhiễm đến tận nguồn gây nhiễm cũng như quá trình lan toả của các tác nhân này. Nhiệm vụ xã hội là phải tạo ra sự phản ứng đối với vấn đề ô nhiễm cũng như thúc đẩy các phản xạ chính trị và luật pháp liên quan với vấn đề này. Nhiệm vụ xã hội là cực kỳ quan trọng trong việc kiểm soát chất thải phóng xạ của các nhà máy điện hạt nhân, của các vụ nổ bom hạt nhân thí nghiệm, cũng như kiểm soát việc vận chuyển chất thải qua biên giới dưới dạng xuất nhập khẩu phế liệu. Ví dụ theo tổ chức Green Peace giữa hai năm 1992 - 1993 có khoảng 85.000 tấn chất chì phế thải được xuất từ thế giới công nghiệp sang vùng Đông Nam Á. Những con số đưa ra cho thấy một mức gia tăng khổng lồ số lượng chất chì phế thải được nhập vào các nước đang mở mang trong hai năm qua mà trong đó Philippin là nước nhập nhiều nhất.

Chương V

ĐÁNH GIÁ MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT

I. VÀI NÉT TỔNG QUAN VỀ ĐÁNH GIÁ MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT

Môi trường địa chất là phần trên cùng của vỏ trái đất, là nền rắn của lãnh thổ, nơi con người sinh sống và tiến hành các hoạt động tồn tại và phát triển của mình. Trong các hoạt động ấy có việc xây dựng các công trình nhà cửa, làng xóm, những khu dân cư, đô thị, thành phố, khu công nghiệp, khai khoáng, khai thác nước dưới đất và canh tác nông lâm ngư nghiệp trên những vùng đất khác nhau. Ngày nay dân số tăng cao, đất hẹp người đông, các hoạt động ấy không còn là tự phát hoặc tùy tiện, mà phải được quy định hoặc theo truyền thống lâu đời hoặc được quy hoạch theo các mục đích sử dụng khác nhau.

Bất kỳ một công cuộc quy hoạch nào cũng đều phải qua công tác đánh giá cho các mục đích sử dụng. Có đánh giá mới có cơ sở cho các luận cứ khoa học của quy hoạch. Quy hoạch môi trường địa chất cũng vậy, cũng phải qua công tác đánh giá.

Môi trường địa chất là tài nguyên lãnh thổ. Lãnh thổ là tài nguyên tổng hợp của các dạng tài nguyên khác nhau gồm

tài nguyên đất, các đá, các khoáng sản đến cả nước dưới đất. *Đánh giá môi trường địa chất là đánh giá khả năng sử dụng và tính chống chịu của môi trường địa chất trước các hành động phát triển được tiến hành ở trên đó, nhằm lựa chọn các địa điểm, các không gian lãnh thổ phù hợp với hoạt động phát triển hoặc nhằm kiểm soát, quản lý môi trường địa chất trong quá trình sử dụng phát triển kinh tế xã hội.*

Có rất nhiều hoạt động của con người trên môi trường địa chất. Có hoạt động đối với kiểu môi trường địa chất này là phù hợp, thuận lợi, nhưng đối với kiểu môi trường địa chất kia là không phù hợp, gây hại. Cùng kiểu môi trường địa chất nhưng phù hợp thuận lợi cho hoạt động này, lại không phù hợp, mà hơn thế, còn gây hại cho hoạt động kia.

Các mối quan hệ giữa hành động phát triển và môi trường địa chất có thể xẩy ra theo các chiều hướng như sau:

|a| Hành động phát triển (HĐPT) gây hại cho môi trường địa chất (MTĐC)

|b| HĐPT không gây hại cho MTĐC

|c| HĐPT có thể gây hại cho MTĐC

|d| HĐPT phù hợp với MTĐC

|A| MTĐC gây hại cho HĐPT

|B| MTĐC không gây hại cho HĐPT

|C| MTĐC có thể gây hại cho HĐPT

|D| MTĐC phù hợp với HĐPT (=d).

Đánh giá MTĐC nhằm xác định rõ các mối quan hệ ấy, nhưng đây là một công việc rất phức tạp vì các mối quan hệ có khi chồng chéo lên nhau và xảy ra theo các mức độ

khác nhau. Ví dụ có thể có các mối quan hệ aA, bB, cC hoặc aB, aC, bA, bC v.v..., trong đó aA là quan hệ phải bị đình chỉ, dD là quan hệ được phát huy, bB và cC là quan hệ cần xem xét, còn các mối quan hệ khác rất phức tạp. Bởi vậy cần phải phân biệt được các mục đích đánh giá. Nếu đánh giá nhằm vào HĐPT thì được gọi là đánh giá tác động môi trường địa chất. Nếu đánh giá nhằm vào MTĐC thì được gọi là đánh giá chất lượng môi trường địa chất.

Đánh giá tác động môi trường địa chất là đánh giá các hành động phát triển tác động như thế nào lên môi trường địa chất trong những phạm vi lãnh thổ nhất định; xác định, phân tích và dự báo những tác động có lợi và có hại, trước mắt và lâu dài mà việc thực hiện các hành động có thể gây ra cho chất lượng môi trường tại lãnh thổ tác động. Trên cơ sở đánh giá phân tích mọi mặt có lợi, có hại, cần đưa ra các luận cứ khoa học cho những quyết định cuối cùng về các dự án, về sự khắc phục các tác động có hại và xử lý các hậu quả do các hành động đó gây ra.

Kiểu đánh giá tương tác giữa môi trường địa chất và hành động phát triển hiện tại được gọi đánh giá hiện trạng môi trường địa chất. Nó dựa vào các tài liệu thăm dò khảo sát, kiểm soát, phân tích, đo đạc... về môi trường địa chất, kết hợp với đánh giá nhanh môi trường có sự tham gia của cộng đồng. Kết quả đánh giá là cơ sở để xây dựng các luận cứ cho sự lựa chọn định hướng quy hoạch, hoặc lập các dự án phát triển hoặc điều chỉnh quy hoạch ...

Mọi kết quả đánh giá tác động môi trường địa chất hoặc hiện trạng môi trường địa chất đều nhằm mục đích phục vụ

cho các quyết định dự án, nhằm khắc phục, xử lý hoặc quy hoạch kinh tế - môi trường. Có đánh giá đúng thì mới có luận cứ đúng, có quyết định đúng, xử lý đúng và quy hoạch đúng.

II. ĐÁNH GIÁ TƯƠNG TÁC GIỮA MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT VÀ HÀNH ĐỘNG PHÁT TRIỂN

1. Phân loại các hành động phát triển

Các hành động phát triển chính là các mục tiêu để đánh giá tác động môi trường địa chất. Thường trước khi đánh giá, bao giờ cũng phải nêu ra các hành động phát triển, các mục tiêu của chương trình hoặc dự án phát triển. Có khoảng 20 kiểu hành động phát triển tiêu biểu tác động lên môi trường địa chất.

1. Hành động du lịch - nghỉ dưỡng - giải trí thường ít gây ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường địa chất. Tuy nhiên tăng lượng khách du lịch là tăng dịch vụ trong đó có sự cung cấp nước khai thác từ nước ngầm, xây dựng, xả thải ...

2. Hành động vận tải du lịch ảnh hưởng không lớn đến môi trường địa chất, nhưng nếu vận tải bằng xe cơ giới, xe dã ngoại thì có tác hại lớn, cày xới, gây xói mòn đất...

3. Hành động vận tải thương mại, nhìn chung ít ảnh hưởng, trừ trường hợp vận tải hóa chất, dầu mỏ, nguyên liệu phóng xạ thiếu an toàn, rơi vãi, ngấm xuống đất làm ô nhiễm đất và nước dưới đất.

4. Hành động phát triển ngư nghiệp, xây đắp đầm hồ nuôi trồng thủy sản có thể ổn định được vùng đất ngập

không bị xói lở, thau chua rửa mặn, nhưng có thể lại làm cho đất ven biển bị thoái hóa, bốc phèn...

5. Hành động phát triển nông nghiệp có lợi vì ổn định đất và các tầng đất đá bở rời, chăm bón nông nghiệp làm cho độ phì của đất tăng lên, nhưng cũng có thể do cầy xới sẽ gây xói mòn đất; bón phân hóa học, thuốc trừ sâu diệt cỏ gây tác hại cho môi trường đất.

6. Hành động khai hoang, phát triển lâm nghiệp, nếu trồng rừng trên đất trống đồi trọc tùy theo các mức độ che phủ và bảo vệ rừng thì rất có lợi cho môi trường đất - duy trì nguồn nước ngầm trên đất dốc ở các mức độ khác nhau nhưng nếu chặt phá rừng, đốt nương làm rẫy thì lại gây thiệt hại cho môi trường đất, làm xói mòn đất, làm mất nguồn nước dưới đất ở trên sườn.

7. Hành động tiêu thoát nước có lợi cho môi trường địa chất nếu nguồn nước là nước sạch hoặc đã được xử lý. Nhưng nếu là nguồn nước nhiễm bẩn được tiêu thải ra đồng ruộng, kênh mương, sông suối, thì gây những ô nhiễm rất tai hại.

8. Hành động khai thác nước ngầm phần lớn là có hại đối với môi trường địa chất, làm cạn kiệt nguồn nước ngầm, xáo trộn gây ô nhiễm nước ngầm, làm hạ lún mặt đất. Cũng có trường hợp bơm hút nước ngầm lại có lợi khi xây dựng các công trình hay làm khô các khu mỏ đang khai thác.

9. Hành động khai thác khoáng sản nói chung là gây tác hại nguy hiểm cho môi trường địa chất. Một lượng đất đá lớn được đào bới khỏi lòng đất do khai thác hầm lò hoặc lộ thiên, làm rỗng lòng đất, gây sụt sập và điều nguy hại nhất là bãi thải của khai thác mỏ. Đất đá thải đổ thành đống, thành bãi, thành băng, vùi lấp các địa hình dưới chúng. Bãi

thải bị sụt lở, xói mòn, lấp các dòng chảy, đảo lộn về đất đá và nước dưới đất, gây ô nhiễm trầm trọng.

10. Hành động đắp đập, quai đê, san lấp làm thay đổi hoàn toàn bề mặt địa hình. Địa hình trên cạn có vỏ phong hóa, có lớp thổ nhưỡng bỗng trở thành hồ do bị ngập nước, mực nước ngầm trên sườn của lưu vực hồ được dâng cao; hoặc địa hình vốn bị ngập nước của mưa lũ hay bị ngập nước do triều lên, nhờ quai đê mà trở thành không bị ngập có thể sử dụng cho nông nghiệp, ngư nghiệp. Các hành động này tùy theo điều kiện và hoàn cảnh sử dụng mà gây ra những lợi hại khác nhau. Có khi quai đê ở nơi này gây nên xói lở ở chỗ kia, lợi bất cập hại.

11. Hành động nạo vét luồng lạch, đào kênh mương, nắn dòng chảy làm thay đổi điều kiện trầm tích và xâm thực của dòng chảy, thau chua rửa mặn cho đất, tháo khô vùng ngập làm ổn định dòng chảy, bảo đảm độ sâu dòng chảy, nhưng lai có thể rửa lũa hoặc xói ngầm, xâm thực bờ, thậm chí làm cho đất nhiễm mặn nếu sự nạo vét luồng lạch, đào kênh khơi thông thêm sự xâm nhập mặn, hoặc đưa nước về làm úng ngập ở vùng sâu, gây bồi xói thất thường.

12. Hành động đổ vật liệu nạo vét gây ách tắc dòng chảy hoặc bồi lắng những vùng cần có độ sâu dể lưu thông, cũng có khi san lấp những chỗ trũng thành đất canh tác.

13. Hành động xây dựng đường xe cơ giới hoặc đường sắt qua vùng đồi núi phần lớn là gây nên tác hại cho môi trường địa chất, làm mất cân bằng của sườn núi, sườn đồi bởi những khai đào, cắt xén ta luy, làm tăng độ dốc của núi, gây nên trượt lở, xói mòn, làm đất nén lại, làm rò rỉ và xuất hiện

nước ngầm chảy ra theo rãnh đường, làm mực nước ngầm ở sườn phía trên ta luy bị hạ thấp hoặc khô cạn nhanh chóng, còn sườn phía dưới ta luy nước ngầm cạn kiệt do mất nguồn cung cấp...Ở đồng bằng đường sá chiếm mất đất canh tác, đào bới, đắp đường cản trở lưu thông của nước trên đồng bằng và nếu không có đầy đủ cầu cống thông nước cho cả hai bên, nhiều nơi nước phá cả đường, làm trôi cả cầu cống, gây xói lở...

14. Hành động xây dựng các công trình lớn trên đất liền có tác động lớn đến môi trường địa chất. Sự mở rộng đô thị, thành phố, nhà cao tầng đã biến đất canh tác thành đất xây dựng đô thị, đặc biệt là đào bới san lấp mặt bằng gây xáo trộn môi trường địa chất. Công trình càng lớn, gây tải trọng lớn cho nền móng công trình. Việc xây dựng các công trình lớn trên miền đất yếu gây ra những sự cố về nền móng, làm hư hại công trình. Một điều đáng lưu ý là các công trình lớn được xây dựng ở thành phố và khu công nghiệp, lại là nơi tập trung một lượng dân cư lớn, dẫn đến việc tiến hành khai thác cạn kiệt nước ngầm, làm xáo trộn, ô nhiễm nguồn nước ngầm bằng các chất thải của thành phố. Những công trình đập thủy điện lớn, gây ra những biến đổi lớn ở thượng lưu và hạ lưu đập thủy điện. Ở thượng lưu thì bồi lắng, ở hạ lưu xói lở, xói mòn, thay đổi mực nước ngầm ...

15. Hành động xây dựng các công trình nhỏ trên đất liền cũng gây tác động đến môi trường địa chất, nhưng ở quy mô nhỏ hơn. Đây là sự xây dựng nhà cửa nông thôn, thị trấn, ở đồng bằng và miền núi. Cũng san nền, đổ móng, đào bới, làm xáo trộn môi trường địa chất. Cũng khai thác nước ngầm (chủ yếu nước ngầm tầng nông) và làm ô nhiễm môi trường

tầng nước này có khi rất trầm trọng (phân hữu cơ, nước thải ...).

16. Hành động đặt cáp ngầm, đường ống đã đào bới tạo ra những đường hào kéo dài hàng chục, hàng trăm thậm chí hàng ngàn kilimét. Sự rò rỉ các đường ống dẫn dầu gây ra ô nhiễm môi trường đất và nước rất nghiêm trọng.

17. Hành động xây kè luồng, kè bờ, mỏ hàn như đã được giới thiệu ở chương II, trong phần động lực nhân sinh. Hành động này có lợi, nhưng nếu tiến hành không đúng với qui luật hoạt động của dòng chảy và sóng biển thì gây ra nhiều thiệt hại bồi xói do chính dòng chảy và sóng biển ấy.

18. Hoạt động chứa chất thải lỏng ngầm ở dưới đất trước mắt giải quyết được việc chôn cất chất thải lỏng, không gây ra ô nhiễm trên mặt, nhưng trong tương lai đây là một hành động rất nguy hiểm. Ở một số nước người ta đã khoan sâu trên 1500m vào một tầng đất đá có lỗ rỗng, có độ thấm tốt, người ta đặt ống ngăn cách thành lỗ khoan đến một độ sâu nhất định, rồi bơm chất thải lỏng xuống tầng thấm, chứa chất thải lỏng ở trong đó, chất lỏng ngầm lan ra cả tầng chứa hoặc ngược lên theo lỗ khoan tràn ngấm vào các tầng nông hơn gây ô nhiễm lòng đất. Sự chôn cất này chẳng mấy chốc làm cho cả lòng đất đều bị ô nhiễm.

19. Hành động chứa chất thải lỏng trên mặt đất cũng là điều rất nguy hiểm. Chất thải được gom chứa trong các hồ chứa, bể chứa không an toàn, có thể lan ra xung quanh và thấm xuống đất, gây ô nhiễm nước dưới đất và môi trường địa chất nói chung trong vùng chứa.

20. Hành động chứa chất thải rắn thành từng đụn, từng đống, từng bãi trên mặt đất, tùy theo các mức độ khác

nhau, các nước rỉ bẩn từ chất thải thấm xuống đất làm ô nhiễm đất và nước ngầm rất nguy hiểm.

Các hành động kể trên gây lợi, hại khác nhau, trong đó các hành động 9, 18, 19, 20 là các hành động nguy hiểm. Các kiểu môi trường địa chất nửa đất, nửa nước được coi là kiểu môi trường nhạy cảm với đa số hành động phát triển.

2. Các nhân tố của môi trường địa chất

Đối với môi trường địa chất, các thành phần đá của móng đá cứng, các thành phần đất đá của nền đất đá bở rời, các hình thái của các dạng địa hình. v.v... là những nhân tố quan trọng.

Đối với địa chất công trình, ngoài các thành phần đất đá của nền móng còn kể đến tính chất cơ lý của đất đá được xếp thành các nhóm đá cứng, nửa cứng, đất bở rời, đất mềm dính và đất có trạng thái và tính chất đặc biệt. Nhóm đá cứng thường có độ bền nén > 500 kg/cm^2, nhóm đá nửa cứng được chia thành ba phụ nhóm: nửa cứng có độ bền nén lớn thay đổi trong khoảng 500 - 150 kg/cm^2; nửa cứng có độ bền nén trung bình thay đổi trong khoảng 150 - 25 kg/cm^2; nửa cứng có độ bền nén nhỏ hơn 25kg/cm^2. Các đất bở rời, đất mềm dính không được phân chia theo độ bền nén, nhưng được phân biệt bởi lực liên kết C(kg/cm^2) và góc ma sát trong (φ). Các đặc điểm uốn nếp, phân lớp, nứt nẻ, kiến trúc của đá, độ rỗng, độ xốp, độ thấm, độ kháng nén, độ đàn hồi, độ trương nở, co ngót, độ ẩm của đất đá cũng là những nhân tố dùng để đánh giá địa chất công trình trong xây dựng.

Đối với khoáng sản, nhân tố quan trọng nhất là các loại hình mỏ có nguồn gốc khác nhau nằm trong các nền móng

đất đá khác nhau. Người ta phân biệt ra mỏ trầm tích, thành tạo cùng các đá trầm tích dạng vỉa có thế nằm ở độ nghiêng và độ sâu khác nhau theo các lớp đá trầm tích. Mỏ nhiệt dịch được thành tạo bởi các dung dịch nóng chảy từ các lò macma xuyên theo các đứt gãy, các kẽ nứt trong các đá cứng khác nhau, thường có dạng mạch, dạng ổ, dạng thấu kính ở các độ sâu khác nhau. Mỏ Skacnơ có nguồn gốc tiếp xúc trao đổi giữa các dung dịch macma nóng chảy với các đá cacbonát vây quanh ở các độ sâu khác nhau. Mỏ macma được thành tạo ngay trong các khối macma. Mỏ pecmatit là mỏ dạng mạch nguồn gốc macma. Mỏ biến chất được thành tạo ngay trong các đá biến chất ở các độ sâu khác nhau. Mỏ phong hóa được thành tạo ở trong vỏ phong hóa do quá trình phong hóa tạo ra, thường là ở nông và ở ngay bề mặt. Mỏ tái trầm tích hoặc thấm đọng thành tạo ở trên các chỗ trũng bề mặt hoặc trong các hang động. Mỏ sa khoáng hoặc bồi tích thành tạo do phù sa sông, biển ở trên mặt hoặc nằm nông trong các thung lũng và ven biển. Cùng với yếu tố nguồn gốc mỏ, các yếu tố về độ sâu, qui mô của sự phân bố (mỏ lớn, mỏ nhỏ), địa hình nơi khai thác cũng được coi là các nhân tố môi trường địa chất quan trọng.

Đối với nhân tố nước dưới đất, ngoài các thành phần đất đá của nền móng đã kể ở trên còn phải tính đến tính chất và mức độ chứa nước của chúng. Thành phần, cỡ hạt, độ rỗng, độ phóng thích, độ rỗng hiệu dụng và đặc tính thấm nước của đất đá nói lên khả năng chứa nước và lưu thông của nước dưới đất. Các trầm tích hạt thô bở rời có khả năng chứa nước lớn vì giữa các hạt có lỗ hổng lớn. Các trầm tích hạt mịn có lỗ hổng bé, nên chứa được ít nước và nước khó lưu

thông. Các móng đá cứng bị nứt nẻ nhiều, đặc biệt là bị cà nát, vỡ vụn ở các đới đứt gãy, có khả năng chứa nước tốt hơn các đá cùng loại, nhưng ít nứt nẻ, vì càng nhiều nứt nẻ càng chứa được nhiều nước. Vì nước dưới đất nằm ở trong các tầng đất đá nên chúng cũng làm thành các túi nước hoặc các tầng chứa nước ở các độ nghiêng, độ sâu khác nhau.

Các đới đứt gãy là các yếu tố môi trường địa chất rất đáng được chú ý trong đánh giá môi trường địa chất. Như vừa nói, các đới đứt gẫy thường là các đới chứa nước dưới đất rất tốt, nước dễ lưu thông do đất đá bị phá hủy, nứt nẻ và vụn nát nhiều, nhưng đồng thời cũng là đới làm mất nước của các hồ đập xây dựng ở trên đứt gãy. Các đứt gãy đang hoạt động gây ra động đất hoặc nứt đất; các đứt gãy trong lòng hồ thủy điện, thủy lợi thường gây ra động đất kích thích có khi làm biến dạng hoặc phá vỡ đập. Các công trình xây dựng trên đất gẫy, rất nguy hiểm, nền móng địa chất công trình rất không ổn định.

Hình thái của các dạng địa hình là nhân tố quan trọng của môi trường địa chất. Những nơi địa hình có độ cao và độ dốc lớn thường có các tai biến địa chất như trượt đất đá, lũ bùn đá, xói mòn đất. Đặc biệt hình thái địa hình và lớp vỏ phong hóa, kể cả đất, có mối liên quan rất đặc biệt tạo ra các hình thái địa mạo - thổ nhưỡng, có ý nghĩa rất lớn đối với nước dưới đất, sự phát triển hệ thực vật rừng và nông lâm nghiệp.

Các yếu tố môi trường địa chất vừa kể ở trên không có đầy đủ ở mọi nơi. Có nơi có một số yếu tố này, có nơi chỉ có một số yếu tố kia. Khi có tác động, chúng chống chịu những tác động đó theo các mức độ khác nhau.

3. Thang điểm dùng cho đánh giá tương tác

Đánh giá tương tác là sự làm rõ mức độ ảnh hưởng có lợi hoặc có hại giữa hành động phát triển và môi trường địa chất. Có nhiều phương pháp đánh giá, nhưng đối với môi trường địa chất phương pháp ma trận là phương pháp tốt. Phương pháp này sử dụng các cấp của mức độ tác động, hoặc thang điểm đánh giá. Các cấp của mức độ tác động là: rất tích cực (rất phù hợp), tích cực (phù hợp), không rõ, hoặc không tác động, tiêu cực (gây hại), rất tiêu cực (rất gây hại). Thang điểm đánh giá là các chỉ số điểm cho theo các mức độ thuận lợi phù hợp từ 1 đến 10 và theo các mức độ gây hại từ -1 đến -10, giữa chúng có cả điểm 0. Càng thuận lợi thì điểm đánh giá có giá trị dương càng cao, càng gây hại thì điểm có giá trị âm càng thấp. Cũng có tác giả chọn thang điểm từ 1 đến 5 và từ -1 đến -5 hoặc từ 1 đến 3 và từ -1 đến -3, giữa chúng cũng có điểm 0. Trong khi sử dụng các thang điểm này, người ta còn sử dụng thêm hệ số tác động (chỉ số về tầm quan trọng của tác động còn gọi là trọng số). Bảng ma trận có cột dọc và cột ngang. Cột dọc ghi các yếu tố môi trường địa chất theo lãnh thổ của từng kiểu môi trường địa chất, cột ngang ghi các hành động phát triển. Trong mỗi ô của ma trận, nếu dùng các cấp của mức độ tác động thì được ghi ký hiệu của các cấp độ đó. Ví dụ, tác động tích cực được ghi một dấu cộng, rất tích cực - ghi hai dấu cộng; tiêu cực được ghi một dấu trừ, rất tiêu cực được ghi hai dấu trừ v.v... Nhìn bảng ma trận sẽ biết được tổng số các dấu cộng và tổng số các dấu trừ. Tổng đại số của chúng sẽ cho biết kết quả đánh giá tổng hợp có lợi hay có hại chung cho toàn bộ hành động phát triển tác động lên môi trường địa chất. Nếu dùng thang điểm, thì trong mỗi ô của ma trận được ghi điểm đánh giá. Tổng đại số của tất cả các điểm đánh giá sẽ phản ánh kết

quả đánh giá tổng hợp có mức độ có lợi hay có hại của các tác động lên môi trường địa chất. Nếu dùng thang điểm đánh giá cùng với các hệ số tác động (trọng số) thì trong mỗi ô của ma trận ghi phân số mà tử số là điểm đánh giá, còn mẫu số là hệ số tác động. Vì có hệ số, nên kết quả tính toán đánh giá là các điểm đánh giá ở trong mỗi ô được nhân với hệ số ở trong mỗi ô đó, sẽ được các trị số âm hoặc dương. Tổng đại số của tất cả các giá trị ở trong các ô ma trận cũng sẽ cho giá trị âm hoặc dương. Nếu giá trị là âm thì tác động tổng hợp sẽ gây hại với môi trường địa chất. Trị số dương càng lớn là càng có lợi, càng phù hợp. Trị số âm càng bé là càng có hại. Dựa vào các trị số đó có thể phân cấp đánh giá tổng hợp theo các mức độ có lợi hoặc có hại bằng cách tính giá trị trung bình cho tất cả các ô đem so sánh với điểm trung bình. Sự so sánh ấy sẽ cho biết các mức độ phù hợp hay mức độ gây hại. Có thể tổng hợp để phân ra các cấp: rất phù hợp, phù hợp đáng kể, ít phù hợp, không gây hại, gây hại ít, gây hại đáng kể, rất gây hại, hoặc: rất phù hợp, phù hợp, không gây hại, gây hại, rất gây hại. Kết quả đánh giá tổng hợp sẽ là cơ sở để lập bản đồ đánh giá và lập các luận cứ khoa học cho các dự án sử dụng môi trường địa chất.

III. CÁC KIỂU SỬ DỤNG MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT

Các hành động phát triển được tiến hành trên môi trường địa chất theo các kiểu sử dụng khác nhau. Kiểu sử dụng được hiểu là kiểu chiếm cứ không gian lãnh thổ để phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường. Các kiểu sử dụng môi trường địa chất là đối tượng để đánh giá hiện trạng môi trường địa chất và là mục đích của quy hoạch. Có bốn nhóm kiểu sử dụng môi trường địa chất, bao gồm 23 kiểu sử dụng.

1. Nhóm kiểu đô thị, nông thôn

Nhóm này gồm có các kiểu sử dụng:

- Vùng ngoại thành và nông thôn có mật độ dân cư và nhà cửa thưa xen với diện tích đất dùng cho nông nghiệp.

- Vùng ngoại thành mật độ dân cư và nhà cửa dày hơn vùng nông thôn thuần tuý.

- Khu thương mại và cư trú có mật độ thưa có các khu nhà thấp và trung bình dưới 5 tầng, có nhiều diện tích cây xanh.

- Khu thương mại và cư trú có mật độ cao với các khu nhà trung bình từ 5 tầng trở lên, ít diện tích cây xanh.

- Vùng đô thị hỗn hợp gồm các diện tích đô thị khác nhau kể cả nơi ở, dịch vụ, thương mại, công nghiệp, nghĩa địa và đất trống.

- Vùng đô thị đang phát triển, xây xong cơ sở hạ tầng, nhưng chưa có nhà.

- Công viên, khu nghỉ ngơi, bãi chơi, sân vận động, sân nhà tư nhân.

- Bệnh viện, trường học, thường có nhiều diện tích cây xanh.

2. Nhóm kiểu công nghiệp - vận tải - thông tin

Gồm có các kiểu:

- Khu công nghiệp nặng.

- Khu công nghiệp nhẹ.

- Khu khai thác mỏ, khai thác nước ngầm.

- Đường và điểm giao thông (cảng, sân bay, nhà ga).

- Bồn chứa xăng dầu.

- Trạm điện, vô tuyến điện, ra đa, bưu điện.

3. Nhóm kiểu nông, lâm, ngư nghiệp

- Ruộng lúa, đồng màu, vườn cây ăn quả, cây công nghiệp.

- Bãi chăn thả nhân tạo, ít cày xới.

- Rừng tự nhiên (khai thác, phòng hộ, đặc dụng), rừng trồng.

- Nuôi trồng thủy sản.

4. Nhóm các kiểu sử dụng khác.

- Bãi chăn thả tự nhiên, cây bụi, đất trống, trọc.

- Bãi lầy.

- Bãi chất thải rắn.

- Hồ chứa.

- Luồng vận tải thủy và nạo vét.

- Địa vật (cảnh đẹp, di tích lịch sử, văn hóa).

Các kiểu sử dụng môi trường địa chất được thể hiện trên bản đồ kiểu sử dụng môi trường địa chất.

IV. THÀNH LẬP CÁC BẢN ĐỒ ĐÁNH GIÁ MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT

Có bốn loại bản đồ đánh giá môi trường địa chất: Bản đồ đánh giá tác động môi trường địa chất, bản đồ đánh giá hiện trạng môi trường địa chất, bản đồ phân hạng môi trường và bản đồ kiểu sử dụng môi trường địa chất. Thành lập bản đồ đánh giá tác động môi trường địa chất là thể hiện các kết quả đánh giá tác động lên trên nền các khoanh vi của

bản đồ *kiểu môi trường địa chất*. Thành lập bản đồ đánh giá hiện trạng môi trường địa chất là thể hiện kết quả đánh giá lên trên nền khoanh vi của bản đồ *kiểu sử dụng môi trường địa chất*.

1. Thành lập bản đồ kiểu môi trường địa chất

(còn gọi là bản đồ phân hạng môi trường địa chất)

Ở chương I trong phần phân loại môi trường địa chất đã đề cập đến cấp phân loại kiểu môi trường địa chất. Chỉ tiêu phân loại của kiểu môi trường địa chất là thành phần vật chất và địa hình. Thành phần vật chất là đất đá, mức độ chứa nước của chúng và khoáng sản. Địa hình là núi (cao, trung bình, thấp), đồi và đồng bằng. Trên bản đồ kiểu môi trường địa chất thể hiện chỉ những phần trực tiếp của thành phần vật chất được lộ ra trên bề mặt địa hình, tức là thể hiện đất đá gì ở trên địa hình nào. Các tập hợp đất đá của môi trường địa chất được thể hiện là: đá cứng (tên đất, vùng vỏ phong hóa ở trên đá gì và độ dày của vỏ phong hóa): đất và trầm tích Đệ Tứ (tên đất, tên trầm tích Đệ Tứ). Các tập hợp này tổ hợp cùng với độ chứa nước và địa hình sẽ cho những kiểu môi trường địa chất khác nhau. Ví dụ, đất đỏ, cùng vỏ phong hóa dày 3m chứa nước kém, trên đá bazan thuộc địa hình đồi cao nguyên. Hoặc, đất xám bạc màu, trên trầm tích cát sét của trầm tích Đệ Tứ dày 50m chứa nước tốt, thuộc đồng bằng châu thổ v.v... Các kiểu môi trường địa chất được thể hiện trên bản đồ bằng nền màu. Các nền màu chính thể hiện theo móng đá cứng như macma axit, macma bazơ, biến chất, trầm tích, nền đất đá bở rời phong hóa và nền

đất đá bở rời trầm tích Đệ Tứ. Ví dụ, đá granit được thể hiện bằng màu đỏ, riolit màu hồng, bazan - màu xanh, biến chất - màu da cam; trầm tích - màu tím, xanh tím, xanh đen; đất cùng vỏ phong hóa - các loại màu nâu; đất cùng trầm tích Đệ Tứ các loại màu vàng. Các thành phần chủ yếu của mỗi tập hợp thể hiện gam màu của tập hợp ấy; những độ đậm nhạt khác nhau phản ánh yếu tố địa hình, trên những bản đồ tỷ lệ lớn có thể biểu diễn các bề mặt sườn, bề mặt thềm v.v... Bản chú giải, lập theo bản mô tả và thứ tự theo địa hình từ cao đến thấp, mỗi ô màu được ghi số hiệu thứ tự mà số hiệu ấy cũng được ghi ở trên các khoanh vi của bản đồ kiểu môi trường địa chất, từ móng đá cứng đến nền đất đá bở rời của trầm tích Đệ Tứ. Các yếu tố nước dưới đất còn được biểu hiện bằng các ký hiệu vòng tròn như ở các điểm lộ nước hoặc giếng khơi, giếng khoan; bên cạnh vòng tròn, còn ghi thêm các chỉ số về ký hiệu lỗ khoan, trị số hạ thấp mực nước, chiều sâu mực nước đỉnh, độ tổng khoáng hóa của nước.

Các yếu tố khoáng sản được biểu diễn bằng các ký hiệu hình khác nhau theo nguồn gốc mỏ, bên trong có tô màu theo khoáng sản của mỏ (màu khoáng sản phải phân biệt riêng với mầu môi trường đất đá ...) qui mô mỏ được biểu diễn theo độ lớn, nhỏ của ký hiệu hình (cần tham khảo bản đồ địa chất khoáng sản).

2. Thành lập bản đồ kiểu sử dụng môi trường địa chất

Đối tượng được thể hiện trên bản đồ là các kiểu sử dụng môi trường địa chất đã được đề cập ở phần đầu của đánh giá môi trường địa chất. Bản đồ này tương tự như bản đồ hiện

trạng sử dụng đất. Nó được thành lập trên nguyên ắc đồng nhất cả về kiểu sử dụng và cả về nền móng vật chất của môi trường địa chất. Ví dụ, ruộng lúa trên đất phù sa của trầm tích cát sét Đệ Tứ dày 50m ở đồng bằng hoặc, cây công nghiệp (cao su) trên đất đỏ phong hóa dày 5m ở cao nguyên hoặc, khu công nghiệp nặng trên nền vỏ phong hóa của móng đá cứng biến chất ở khu vực đồi cao 25 - 50m. v.v...

Các kiểu môi trường địa chất được thể hiện bằng các gam màu có độ đậm nhạt khác nhau. Ví dụ, nông nghiệp tô các màu vàng, lâm nghiệp tô các màu xanh, ngư nghiệp - màu xanh lơ, các đô thị - màu đỏ, khu dân cư nông thôn - màu tím, các khu công nghiệp - màu da cam, các kiểu sử dụng khác thuộc các màu nâu v.v...

Bản chú giải của bản đồ kiểu sử dụng môi trường địa chất được lập theo kiểu bản mô tả, trong mỗi ô màu được ghi số hiệu thứ tự mà số hiệu ấy cũng được ghi ở trong các khoanh vi của bản đồ kiểu sử dụng môi trường địa chất. Thứ tự chú giải từ trên xuống như thứ tự ở phần giới thiệu các kiểu sử dụng môi trường địa chất đã nói ở trước.

3. Thành lập bản đồ đánh giá tác động môi trường địa chất

Bản đồ đánh giá tác động môi trường địa chất được thành lập riêng cho từng hành động phát triển dự định sẽ tiến hành trên phạm vi của từng kiểu môi trường địa chất. Các tác động môi trường địa chất có hại, hoặc có lợi, đều được đưa lên bản đồ. Ở đó thể hiện các màu sắc khác nhau cho các mức độ có lợi hoặc có hại lên trên các khoanh vi của lãnh thổ môi trường địa chất; việc đó lập trên nền bản đồ kiểu môi trường địa chất (nhưng không tô màu); chỉ có các

đường nét của các khoanh vi, trong đó có đánh số hiệu đã được ghi ở trong bản đồ kiểu môi trường địa chất. Trước khi bắt tay vào công tác lập bản đồ đánh giá tác động môi trường địa chất, nhất thiết phải lập bản đồ kiểu môi trường địa chất để làm bản đồ nền cho bản đồ đánh giá tác động môi trường địa chất.

Bản đồ đánh giá tác động môi trường địa chất thể hiện các mức độ thuận lợi hoặc gây hại và chỉ dùng 3 màu: đỏ, vàng, xanh. Các tác động có lợi được dùng màu xanh để thể hiện. Tác động có hại dùng màu đỏ để thể hiện. Còn các tác động không rõ, hay trung tính thì có màu vàng. Mỗi một hành động phát triển được lập một bản đồ riêng tùy theo mức độ thuận lợi mà màu có độ đậm nhạt khác nhau. Rất thuận lợi thì màu xanh đậm, ít thuận lợi màu xanh nhạt hơn. Còn mức độ rất gây hại thì ký hiệu màu đỏ đậm, gây hại ít hơn thì màu đỏ nhạt hơn.

Chú giải của bản đồ đánh giá tác động môi trường địa chất được xây dựng theo kiểu ma trận. Cột dọc ghi tên hành động phát triển, cột ngang ghi các mức độ lợi hại từ rất thuận lợi đến rất gây hại của hành động phát triển đó. Mỗi ô ma trận chú giải cần đủ chỗ để vẽ ô màu, ký hiệu và ghi của kiểu môi trường địa chất. Phần dưới ma trận là các dấu hiệu quy ước khác trong đó có cả tai biến địa chất.

4. Thành lập bản đồ đánh giá hiện trạng môi trường địa chất

Như ở phần đánh giá hiện trạng môi trường địa chất đã nói, bản đồ đánh giá hiện trạng môi trường địa chất phải được vẽ trên nền các kiểu sử dụng môi trường địa chất đang

hiện hữu. Vì vậy, các kết quả đánh giá hiện trạng môi trường địa chất được biểu hiện lên trên các khoanh vi hiện trạng lãnh thổ với các kiểu sử dụng môi trường địa chất hiện hành. Bản đồ nền để lập bản đồ đánh giá hiện trạng môi trường địa chất là bản đồ kiểu sử dụng môi trường địa chất, nhưng không tô màu, trên đó chỉ có các khoanh vi của các kiểu sử dụng môi trường địa chất. Khi thành lập bản đồ đánh giá hiện trạng môi trường địa chất, các khoanh vi này được tô màu theo các mức độ thuận lợi hay gây hại của môi trường địa chất đối với kiểu sử dụng hiện hành trên đó.

Đối với các mức độ thuận lợi và rất thuận lợi của môi trường địa chất cho các hành động phát triển được dùng màu để thể hiện. Màu xanh chỉ sự thuận lợi (phù hợp), màu đỏ là không phù hợp, màu vàng là trung gian. Rất thuận lợi sẽ được vẽ có màu xanh đậm hơn, ít thuận lợi có màu xanh nhạt hơn. Đối với các hoạt động gây hại và rất gây hại của môi trường địa chất được dùng màu đỏ đậm nhạt khác nhau để thể hiện.

Chú giải bản đồ đánh giá hiện trạng môi trường địa chất cũng tương tự như bản chú giải đánh giá tác động môi trường địa chất, cũng được xây dựng theo kiểu ma trận. Cột dọc bản chú giải ghi các hành động phát triển, cột ngang ghi các mức độ từ rất thuận lợi đến rất gây hại của môi trường địa chất cho các hành động phát triển. Mỗi ô ma trận cần đủ chỗ cho ô màu, ký hiệu và các số liệu của kiểu sử dụng môi trường địa chất. Phần dưới chú giải ma trận ghi các dấu hiệu quy ước khác trong bảng chú giải ma trận chưa biểu hiện rõ.

Tóm lại, có 4 loại bản đồ đánh giá môi trường địa chất thông dụng:

1. Bản đồ phân hạng lãnh thổ thành các phân vị môi trường địa chất khác nhau dựa trên thành phần vật chất, cấu trúc và đặc tính động lực của môi trường địa chất, còn có tên là "Bản đồ địa chất môi trường chung". Trên đó không thể hiện hành động phát triển hiện có, không chỉ rõ các phân vị môi trường địa chất sẽ gây hại hay phù hợp với hành động phát triển nào. Loại bản đồ này được sử dụng để quy hoạch phát triển lãnh thổ nên còn gọi là bản đồ địa chất môi trường nền.

2. Bản đồ "Kiểu sử dụng môi trường địa chất", phản ánh mức độ và hiện trạng khai thác lãnh thổ hiện nay.

3. Bản đồ "Đánh giá tác động môi trường địa chất", được tiến hành để đánh giá ảnh hưởng tốt hay xấu của 1 kiểu hành động phát triển dự kiến sẽ triển khai lên các kiểu môi trường địa chất khác nhau trong vùng nghiên cứu.

4. Bản đồ "Đánh giá hiện trạng môi trường địa chất", làm rõ quan hệ tốt xấu của 1 hành động phát triển ưu tiên *đang có mặt* trên 1 kiểu môi trường địa chất *hiện hữu* trong vùng nghiên cứu.

Hai kiểu bản đồ đầu tiên dùng màu đa dạng, có tính chuyên môn cao, khó đọc, dùng cho các chuyên gia. Hai loại bản đồ sau dùng cho các nhà hoạch định chính sách nên được dùng ngôn ngữ phổ thông, đó là hệ thống màu của đèn tín hiệu giao thông: màu xanh là thuận lợi, quyết định được, màu đỏ là không thuận lợi, màu vàng là cần xem xét thêm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Carle W. Montgomery, 1986, 1989. Environmental Geology. Wn. C. Brown Publishers, USA.

2. Lê Thạc Cán, 1993. Đánh giá tác động môi trường - Phương pháp luận và kinh nghiệm thực tiễn. Chương trình nghiên cứu về bảo vệ môi trường cấp nhà nước ấn hành - Hà Nội.

3. Nguyễn Đình Cát, 1977, những vấn đề kiến tạo học. Nxb Khoa học Kỹ thuật. Hà Nội.

4. Nguyễn Đình Cát, 1977. Trái đất và sự ra đời của nó. Trong công trình "Những nền văn minh thế giới". Nxb Văn hóa-Thông tin. Hà Nội

5. Trần Anh Châu, 1992. Địa chất đại cương. Nxb Giáo dục. Hà Nội.

6. Donald R. Coates, 1977. Environmental Geology. John Wiley & Sons New York- Chichester- Brisbane - Toronto.

7. Edward A. Keller, 1982. Environmental Geology. Chartes E. Merrill Publishing Company and Bell & Howll Company Columbus - Toronto - London - Sydney.

8. A.M. Gorbatrev, 1973. Địa chất đại cương. Tiếng Nga, Nxb Cao đẳng Matxkva.

9. Trần Văn Hoàng, 1982, Về chú giải bản đồ địa chất công trình Việt Nam tỷ lệ 1:1.000.000. Tạp chí các khoa học về trái đất số 4 (2). Hà Nội.

10. Nguyễn Đình Hòe, 1996. Tai biến môi trường khu vực ven biển Việt Nam. Tổng luận phân tích. Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Hà Nội.

11. Nguyễn Đình Hòe, Trần Minh Huyền, 1996. Tai biến địa chất tiềm ẩn ở vùng đất thấp ven biển Hải Phòng. Tạp chí địa chất loại A, số 233. Hà Nội.

12. X.V. Kalexnik, 1978. Những quy luật địa lý chung của trái đất. Tiếng Việt. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

13. Lê Bá Thảo, Trịnh Nghĩa Uông, Nguyễn Dược, 1987. Cơ sở địa lý tự nhiên. Nxb Giáo dục. Hà Nội.

14. Nguyễn Thế Thôn, 1997. Tập bài giảng quy hoạch môi trường. Khoa Môi trường, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

15. Phạm Xuân, 1995. Tác động của những hiện tượng và quá trình địa chất công trình. Tổng luận phân tích. Trung tâm Thông tin tư liệu Khoa học Công nghệ và Môi trường - Hà Nội.